

Modelo conceitual e procedimentos metodológicos para a análise e interpretação de imagens no Projeto RADAM*

Izaura Cristina Nunes Pereira¹
Manoel do Couto Fernandes²
Paulo Márcio Leal de Menezes²

Núcleo de Altos Estudos Amazônicos-NAEA/ UFPA
Rua Augusto Corrêa, nº 1 - Campus Universitário do Guamá, Setor
Profissional, CEP 66.075-900 - Belém – PA
geoiza@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro²
Dep Geografia - Lab Cartografia - GeoCart
Av Brig Trompowski SN - Cidade Universitária
Rio de Janeiro - RJ - Brasil
{mfernandes, pmenezes}@acd.ufrj.br

Abstract: The present article analyzes the operational systematic used in the interpretation of the radargrammetric images generated of the Amazon regional territory during decade of 70 by Amazonian's Radar Project (RADAM). Arguing, the conceptual model that directed this interpretation, as well as the recognition of the natural potentialities of the place, with that comprise the employed information extraction method in this project, which despite technical limitations of the period, it enlarged the knowledge of the region in terms of cartographic starting from radar images.

Keywords: RADAM Project, conceptual model, images radar.

1. Introdução

Até a década de 70, a obtenção de conhecimento em termos cartográficos e sócio-ambientais sobre a Amazônia era uma atividade que encontrava grandes obstáculos, devido às características físicas da região. Tal dificuldade somente foi superada com o uso de sensores de radar aerotransportados, que possibilitou efetuar o imageamento homogêneo da região, onde as condições climáticas com a presença de nebulosidade e a intensidade das chuvas eram (e ainda hoje são) o principal empecilho ao reconhecimento do potencial existente por meio de outros instrumentos, como as fotografias aéreas.

Com a implantação do Projeto RADAM (Radar da Amazônia) em 1971, teve início o maior projeto mundial de cobertura radargramétrica do período, através do imageamento por radar de visada lateral (*Side Looking Airborne Radar- SLAR*), para fins de mapeamento dos recursos naturais em nível de reconhecimento.

Em virtude do sucesso alcançado, o Projeto foi implantado para todo Brasil, constituindo o maior acervo de informações geoambientais do território nacional executado na escala 1:250.000 (Cartas de Serviço) e disponível na escala 1:1.000.000.

* O presente artigo é parte da Dissertação de Mestrado intitulada “O Projeto RADAM e o Levantamento Radargramétrico do Território Nacional”, desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFRJ, defendida em 24/06/2008.

Pelo significado do projeto, até os dias atuais algumas questões ainda despertam curiosidade e interesse, como por exemplo, a que envolve o processo de análise e interpretação das imagens de radar, pois tendo-as como instrumento base foi realizado o mapeamento temático de toda extensão da Amazônia Legal, com a geração de uma grande e diversificada quantidade de informações.

Nesse sentido, o trabalho analisa a sistemática operacional empregada na interpretação de imagens radar, os procedimentos metodológicos, bem como o modelo conceitual que viabilizou o reconhecimento do território regional amazônico.

2. Metodologia de trabalho

Para o desenvolvimento do trabalho foi analisada uma diversidade de documentos referentes ao Projeto RADAM, tais como: planilhas, parecer técnico, termos contratuais, relatórios de trabalho, mapas, imagens, vídeos, cadernetas de campo, artigos e *papers*, além de recortes de jornais. Todo material foi obtido na Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais (CREN) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), em formato analógico sendo convertido para meio digital através de *scanner*, muitos deles pertencentes ao arquivo pessoal do Engenheiro João Maciel de Moura, presidente do Projeto na época e de caráter inédito. Também foram realizadas entrevistas com ex-funcionários do RADAM, alocados no órgão em questão, servindo para elucidar algumas dúvidas quanto ao tratamento das imagens de radar, operações de campo, análises laboratoriais, confecção dos mapas, entre outras.

Quanto aos procedimentos metodológicos, de um modo geral, consistiu basicamente em três etapas:

1^a) Etapa: Levantamento bibliográfico, documental, cartográfico e entrevistas;

2^a) Etapa: Análise sistêmica e comparativa;

3^a) Etapa: Sistematização e apresentação dos resultados.

3. Resultados e Discussões

3.1- O Projeto RADAM: considerações gerais

O Projeto Radar da Amazônia (RADAM) surgiu no ímpeto de um Estado fortemente centralizador, o governo militar, como parte integrante do I Programa de Integração Nacional (PIN), sob a coordenação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) com o objetivo principal de realizar o reconhecimento dos recursos naturais existentes na área da Amazônia Legal, através do imageamento por radar em nível sub-orbital ou aerotransportado. (RODRIGUES, 1982, p. 534).

O instrumento selecionado entre os diversos sensores remotos existentes para ser empregado no Projeto foi o Radar de Visada Lateral (SLAR- *Side Looking Airbone Radar*), acoplado a um avião de origem francesa de jato duplo denominado *Sud Aviation Caravelle*, voando a uma velocidade em torno de 700 a 800 Km/h e altitude média de levantamento de 11.000 a 12.000m acima do terreno, ou seja, efetivamente acima da maioria das coberturas de nuvens (MOURA, 1972; 1992, p.2).

O sistema imageador empregado inicialmente foi o modelo APQ-102 da Goodyear, substituído posteriormente pelo modelo GEMS (*Goodyear Mapping System 1000*) de abertura sintética, operando na banda X, por assegurar uma penetração máxima das camadas densas de nuvens e de chuva, com resolução superior a 20 metros em todos os pontos da imagem e faixa de recobrimento contínua ao longo do vôo (MOURA, 1972).

Por sua magnitude, o Projeto RADAM reuniu a maior equipe integrada de profissionais nas mais diversas áreas do conhecimento, dentre eles geólogos especializados em petrografia, metalogenia, hidrogeologia e paleontologia; engenheiros agrônomos especializados em pedologia; engenheiros florestais; engenheiros cartógrafos; geógrafos especializados em geomorfologia e climatologia; e biólogos. Dispôs ainda de uma equipe técnico-científico-econômica voltada especificamente à análise de problemas relacionados ao uso dos recursos naturais, treinada pela sua vivência regional e nacional, além de uma equipe especializada em operações de selva, composta por elementos oriundos da unidade *PARA-SAR*, da Força Aérea Brasileira (MME, 1984).

3.2- Modelo conceitual: áreas homogêneas e microcosmos

Toda representação, e nesse caso cartográfica, reflete, de um modo ou de outro, uma forma de saber, portanto, está inserida num contexto científico e cultural. Os paradigmas de cada período influenciam, sobremaneira, a produção e a interpretação dos mapas, já que é preciso partir de determinados pressupostos teóricos-conceituais para analisar o espaço geográfico e todos os seus atributos.

No Projeto RADAM a categoria espacial utilizada foi áreas ou sistemas homogêneos, uma correlata do conceito geográfico região homogênea, definida como a área caracterizada pela contiguidade espacial de um determinado elemento do meio natural. Cujas bases científicas provêm do Pensamento Sistemático, que surge em meados do século XX (GREGORY, 1992).

Em termos de mapeamento, os sistemas homogêneos, no âmbito do RADAM, eram entendidos como um ambiente qualquer, visualmente perceptível na imagem de radar, detentor das mesmas características quanto à densidade, textura, morfologia e drenagem (MME, 1970). Por exemplo, se a interpretação de solos mostrasse na imagem do radar um ambiente de mesmas características visuais, este deveria ser mapeado como sendo o mesmo alvo. Assim, generalizando-se, todos os ambientes homogêneos tinham que ser mapeados e, quando semelhantes nas imagens, eram considerados como mesmo tipo de ambiente, como representado na figura 01.

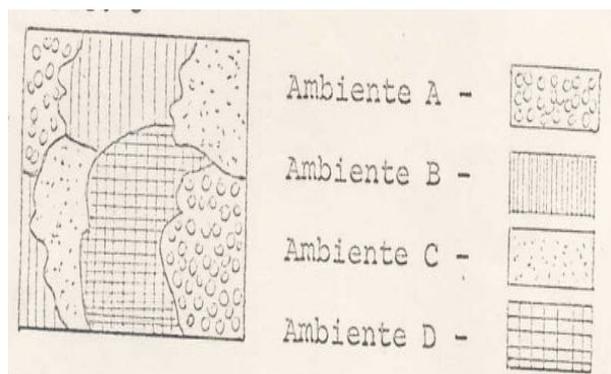


Figura 01. Representação esquemática de quatro tipos de ambientes

Fonte: MME, 1970.

A partir dessa classificação realizava-se um estudo para determinar dentro de cada ambiente um ponto representativo para verificação de campo, denominado microcosmo.

O microcosmo pode ser definido como um ambiente, cujas características representavam um ambiente maior. Sua determinação era realizada a partir da delimitação das áreas homogêneas

com a finalidade de representar todo o sistema ou o cosmo, sendo que além disso deveriam ser fácil acesso e passível de identificação nas imagens em Infravermelho e Multiespectrais

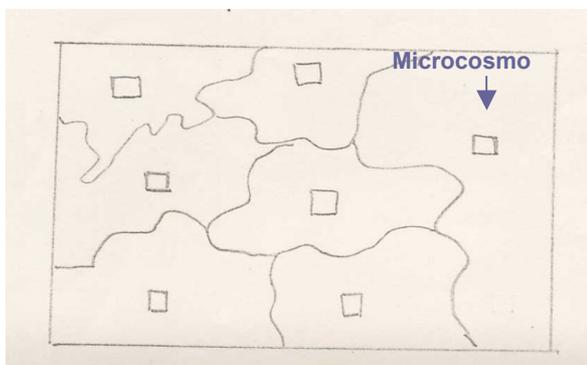


Figura 02. Determinação dos microcosmos.
Fonte: Adaptado de MME, 1970.

A identificação das áreas homogêneas foi realizada por uma equipe transdisciplinar de técnicos previamente selecionados, objetivando à uniformização do processo de interpretação propriamente dito comum a todas as áreas do projeto.

3.3- Análise e interpretação de imagen

De um modo geral, a metodologia de interpretação das imagens de radar foi a mesma aplicada na interpretação de fotografias aéreas em preto e branco, onde são observados elementos como textura, padrão, forma e tonalidade.

Observando esse elementos, identificava-se os sistemas homogêneos e definia-se as áreas para o reconhecimento em campo. A rotina desenvolvida consistiu, basicamente, nas seguintes etapas, a saber:

1ª) Numeração dos sistemas (fig. 36);

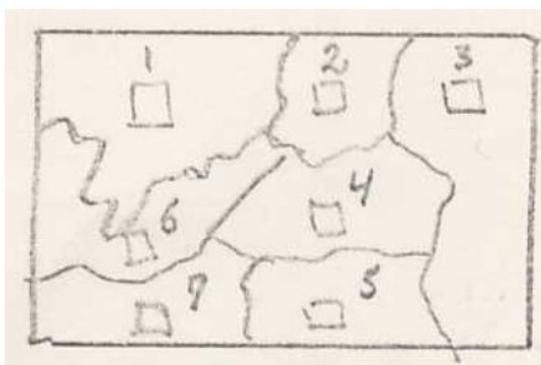


Figura 03. Numeração dos Sistemas.
Fonte: MME, 1970.

2ª) **Seleção dos microcosmos nos sensores:** utilizando-se foto índices e outras informações referentes aos vôos, localizava-se nos mosaicos de radar as fotografias

multiespectrais e infravermelho. A análise das imagens em conjunto, possibilitava a localização dos microcosmos de cada grupo, de modo que fossem identificáveis nos três sensores.

3ª) Criação de chaves de interpretação: era analisado nos sensores os microcosmos representativos de cada sistema e criava-se chaves interpretativas observando os seguintes elementos:

- a) nas imagens de radar: densidade ótica, textura, drenagem e morfologia;
- b) nas fotografias infravermelhos coloridas: cor predominante, densidade ótica e textura.

4ª) Determinação da semelhança de sistemas: nesta etapa além de considerar as informações já produzidas, deveriam ser observados possíveis defeitos nas imagens, já que problemas de exposição e processamento fotográfico poderiam ocasionar informações quantitativas erradas, devendo as mesmas ser corrigidas pelos intérpretes.

5ª) Representação dos ambientes: nesta fase era realizado a representação de cada ambiente nos overlays 1:250.000, isto é, transformava-se o overlay de sistema em overlay de ambiente (fig.37).

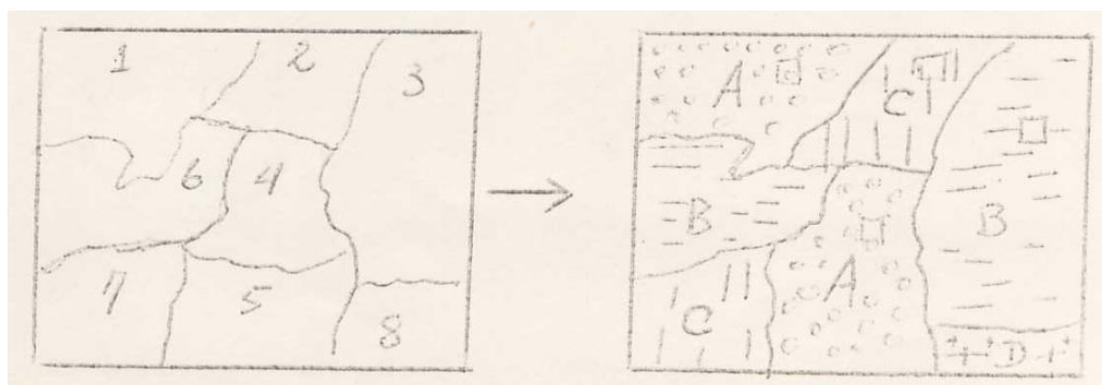


Figura 04. Representação da conversão do overlay de sistema em overlay de ambiente.

Fonte: MME. 1970

Os overlays de ambiente foram a base para os trabalhos de interpretação. Nesta fase, os pesquisadores faziam as análises a partir de suas especialidades e planejavam em conjunto as operações de campo, denominadas de “operações de verdades terrestres” para os pontos a serem amostrados (microcosmos) da região mapeada.

Os primeiros grupos que analisavam as imagens eram da Cartografia e da Hidrografia. O primeiro tinha a função de preparar as quadrículas e o formato das folhas segundo o padrão cartográfico estabelecido no projeto. Já o grupo de hidrografia deveria realizar a integração da imagem radar com dados secundários, visando gerar dois produtos: a) o primeiro seria a definição da hierarquia da drenagem; b) o segundo era um relatório identificando (caso houvesse) áreas com potencial para a construção de represas, reservatórios e hidroelétricas. Em seguida as imagens eram repassadas para os outros setores.

O relevo foi analisado por uma equipe interdisciplinar coordenado por geomorfólogos. Ao grupo de geologia coube a realização de um levantamento adicional sobre as características das

rochas, da água e a integração entre esses dois elementos, visando identificar áreas com potencial para exploração mineralógica e petrolífera.

O grupo encarregado de analisar a vegetação procedia a partir das análises anteriormente geradas. Assim, preparavam dois produtos distintos:

- a) Com base na drenagem e no relevo, o delineamento exato dos diferentes tipos de vegetação no terreno, para assim elaborar um mapa fitogeográfico; e,
- b) Um inventário madeireiro com base na identificação da vegetação.

A análise do solo foi feita a partir da integração de todos os dados anteriormente produzidos, resultando no mapa de classificação do solo para subsidiar à avaliação da aptidão agrícola das terras.

Em termos práticos, o início das atividades de interpretação propriamente dita de qualquer quadrícula, somente ocorria após percorrida as seguintes etapas, a saber:

- a) Reunião das informações de logística;
- b) Reunião das informações técnicas pretendidas;
- c) Reunião das imagens disponíveis, as quais deveriam constar de:
 - i) Folhas 1:250.000 com informações referentes a locomoção na área, aeroportos, cidades, rios navegáveis, clareiras, entre outras, acompanhadas dos respectivos resumos de logística;
 - ii) Folhas 1:250.000 com informações sobre geologia, solo ou vegetação;
 - iii) Imagem de radar em 1:250.000, Infravermelho colorido em escala 1:130.000, Fotos multiespectrais em 4 canais em 1:70:000 e vídeo tape, além das fotografias tiradas nos vôos de baixa altitude.

3.4- Produtos gerados

Os resultados do trabalho desenvolvido pelo RADAM foram registrados em 38 volumes denominados, Relatório de Levantamento de Recursos Naturais (RLRN), dois quais quatro ainda faltam ser publicados, sob a incumbência do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Cada relatório contém em anexo, os mapas temáticos (exemplo das figs. 05 e 06) e a descrição sumária das características sócio-ambientais da áreas mapeadas. Além deste, também foram plotadas cartas imagens, conforme o exemplo da figura 05 :

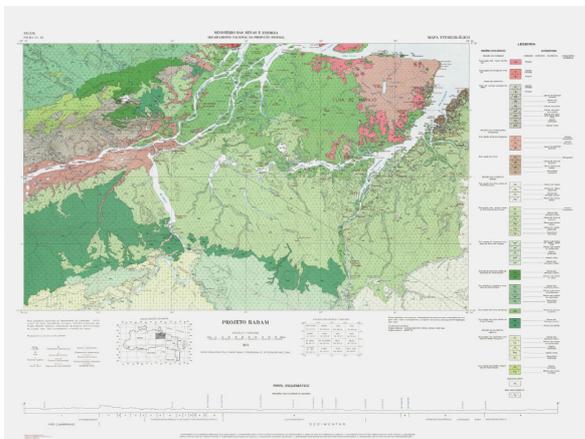


Figura 05. Mapa de Vegetação.
Fonte: RADAM, 1974.

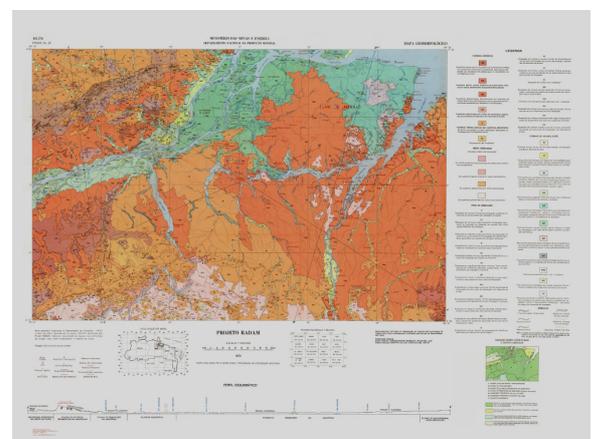


Figura 06. Mapa de Geomorfológico
Fonte: RADAM, 1974.

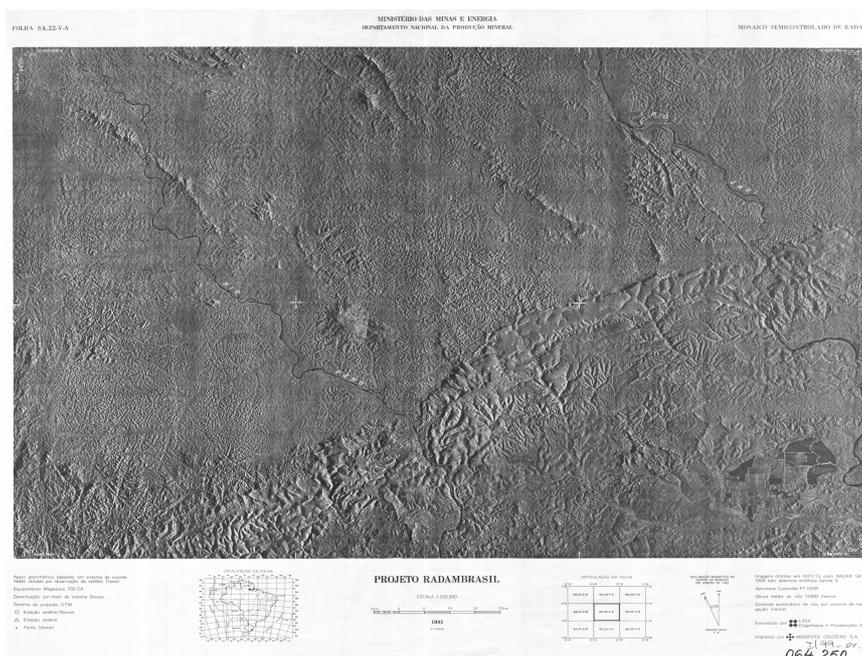


Figura 07. Carta imagem na escala 1:250.000 (Folha SA-22.-V-A Monte Dourado)
 Fonte: IBGE, 2007; Projeto RADAM, 1981

4. Considerações finais

Na atualidade a importância do RADAM como produtor de informações, e nesse caso de informações geográficas, é reconhecida. O grande interesse está em compreender o modo como foi possível obter tantas informações e conhecimentos a partir de um único produto, as imagens de radar, pois com base nelas obteve-se o conhecimento da realidade cartográfica da Amazônia Legal, registrada em 275 cartas planimétricas, além das cartas imagens.

No que tange a estrutura e complexidade do projeto, merece destaque a metodologia adotada, que para cada divisão foi diversificada, iniciando sempre da análise das imagens de radar; e da sistemática operacional, desde a etapa de aquisição até o processamento e publicação dos resultados. Considera-se ainda um outro ponto bastante relevante, a matriz teórico-conceitual adotada, que além de ter sido baseada em uma concepção multidisciplinar, partiu de uma visão sistêmica dos recursos naturais.

Somados a isso, importa lembrar que no Projeto o levantamento foi complementado por trabalhos de campo, sobrevôos da baixa altitude, pesquisas bibliográficas e pelo uso de outros equipamentos para a aquisição de dados.

Pelo sucesso obtido, o RADAM passou a atuar em todo Brasil, passando a se chamar RADAMBRASIL, conseqüentemente a metodologia inicial foi sendo constantemente aprimorada, em virtude das novas demandas impostas, porém tendo ainda o radar como principal instrumento de aquisição.

Desse modo, pode-se afirmar que os bons resultados atingidos pelo RADAM resultaram de um conjunto de fatores, que atuando de forma integrada e sistemática, formou o maior acervo de informações geoambientais do território nacional, bastante utilizado até os dias atuais.

Agradecimentos

Aos senhores Ricardo Forin Lisboa Braga, Jaime Franklin Vidal Araújo e Edson de Faria Almeida, ambos do IBGE, por disponibilizarem de forma simples, e não burocrática, dados e informações sobre o Projeto RADAM, principais fontes dessa pesquisa.

Referências

- ALLEVATO, S. R., PINGARILHO, M. de N. F. Análise e Tratamento da Material Cartográfico no Projeto Radam Brasil. In: Revista Brasileira de Cartografia, 19 n° 24, 1979.
- CORREA, A. V. Levantamento Radargramétrico da Amazônia no Programa de Integração Nacional. In: **Revista Brasileira de Cartografia**, n° 2, 1971. (.15-16).
- ESCOBAR, I. P., *et all.* Reprocessamento digital das imagens SLAR dos Projetos RADAM e RADAMBRASIL-projeto RADAM D. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005, São José dos Campos: INPE, 2005. (p. 4395-4397)
- GREGORY, K. J. **A natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1992.
- Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAM: relatório trimestral n° 1**. 1971.
- Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAM: relatório trimestral n° 4**. 1971.
- Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAM: relatório trimestral n° 7**. 1972.
- Ministério das Minas e Energia. **Comissão executora do Projeto RADAMBRASIL: informações básicas**. Rio de Janeiro, 1979.
- Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL: Realizações**. Rio de Janeiro, 1984.
- MOURA, J. M. de. Radar descobre a Amazônia. In: **Revista de Engenharia, Mineração e Metalurgia**. Rio de Janeiro, 1971.
- _____. **Project RADAM of the Ministry of Mines and Energy**. Report 16/ONU/INPE: Project SERE, Nov./Dec., 1972.
- OLIVEIRA, M. A. M. de. **A pesquisa geológica no projeto RADAM: Sistematização e Opções**. Rio de Janeiro: CENPES, 1972.
- PEREIRA, I. C. N., MENEZES, P. M. L. de. O radar como instrumento de geração da informação espacial para a gestão do Projeto RADAM. In: **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, INPE, 2007. (p.6913-6920).