



1. Publicação nº <i>INPE-2874-NTE/204</i>	2. Versão	3. Data <i>Set., 1983</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DDS/DPA</i>		Programa <i>PROJETO SEMA</i>	
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>SENSORIAMENTO REMOTO REJEITO DE CARVÃO USO DA TERRA.</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:631.47.553.94(816.4)</i>			
8. Título <i>PROJETO MAPEAMENTO DA ALTERAÇÃO DO USO DO SOLO DA REGIÃO CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA - RELATÓRIO PRELIMINAR</i>		10. Páginas: <i>16</i>	
9. Autoria <i>Dalton de Morisson Valeriano Marisa Dantas B. Pereira</i>  Assinatura responsável		11. Última página: <i>A.1</i>	
		12. Revisada por <i>Paulo R. Martini</i> <i>Paulo Roberto Martini</i>	
		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor Geral	
14. Resumo/Notas <i>Este relatório visa demonstrar a viabilidade da realização do projeto mapeamento da alteração do uso do solo da região carbonífera de Santa Catarina, apresentando os materiais e recursos para análise de imagens digitais existentes no INPE, bem como os resultados dos trabalhos preliminares realizados sobre o assunto. Também são descritos os módulos selecionados para estudo, os critérios de seleção e a organização hierárquica das classes de uso da terra encontradas na região (Sistema de Classificação).</i>			
15. Observações <i>Este Projeto está sendo desenvolvido entre CNPq-INPE/FUNCATE e a Secretaria do Meio Ambiente - SEMA.</i>			

ABSTRACT

This report aims to demonstrate the feasibility of the projeto mapeamento da alteração do uso de solo da região carbonífera de Santa Catarina by means of the presentation of the materials and facilities for digital image analysis existing at INPE, as well as the results obtained in the preliminary studies made on the subject. The selected working areas are described and their choices justified. The classification system adapted for the region is also described.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>MATERIAL DISPONÍVEL</u>	1
3. <u>ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS</u>	2
4. <u>RESULTADOS DE TRABALHOS PRELIMINARES</u>	3
5. <u>DESCRIÇÃO E JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DOS MÓDULOS DE ESTUDO</u> ..	4
6. <u>SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO</u>	5
7. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	7
APÊNDICE A - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS MÓDULOS	

1. INTRODUÇÃO

A utilização de dados de Sensoriamento Remoto no levantamento e monitoramento de áreas ocupadas por rejeitos de carvão, de acordo com a literatura da área, é plenamente possível e competitivo em termos de custo.

A aplicação de dados de sensores orbitais permite a atualização anual das informações obtidas, o que é fundamental para o estudo da dinâmica das áreas de rejeito e para avaliar os resultados de medidas de saneamento ambiental.

Para uma efetiva aplicação de dados orbitais, necessita-se de diversos dados auxiliares e informações de verdade terrestre, além de um planejamento realista do projeto de aplicação.

Este relatório apresenta as informações auxiliares e dados orbitais disponíveis no INPE para a área do projeto "Mapeamento da mudança no uso do solo na região carbonífera de Santa Catarina", com o intuito de, complementando o plano de trabalho apresentado à SEMA, demonstrar a viabilidade deste projeto.

2. MATERIAL DISPONÍVEL

Como materiais disponíveis têm-se:

- a) Dados LANDSAT em CCT:
 - 04 de setembro de 1975,
 - 24 de abril de 1978,
 - 08 de setembro de 1981.

b) Dados LANDSAT em papel fotográfico:

- 18 de outubro de 1973 - 1:1000.000 - canais 4, 5, 6 e 7,
- 24 de abril de 1978 - 1:250.000 - canais 5 e 7.

c) Fotografias aéreas IV coloridas:

- 1:45.000, agosto de 1978.

d) Cartas topográficas - IBGE:

- 1:50.000,
- 1:250.000.

e) Demais Dados auxiliares:

- Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina,
- Levantamento de reconhecimento do solo do Estado de Santa Catarina,
- Balanço hídrico de Santa Catarina,
- Bibliografia (seção 7).

3. ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS:

Serão utilizados três tipos de análises:

a) PRÉ-PROCESSAMENTO:

Para corrigir o efeito de bandeamento inerentes às imagens LANDSAT, será aplicado o programa "Correção Radiométrica", implementado ao analisador de imagens I-100 do INPE.

b) CLASSIFICAÇÃO NÃO-SUPERVISIONADA:

Será utilizado um classificador determinístico, implementado no I-100, o qual identifica grupos de pontos de imagem especificamente semelhantes.

c) CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA:

Será utilizado um classificador estatístico baseado numa regra de decisão bayesiana, também implementado no I-100.

4. RESULTADOS DE TRABALHO PRELIMINARES:

Dois trabalhos com objetivos pertinentes a este projeto foram realizados pelo INPE:

- a) Avaliação preliminar do uso de técnicas de interpretação automática de dados do MSS-LANDSAT para a identificação e mapeamentos de áreas de rejeito de Carvão em Criciúma, S.C.

Neste trabalho foi constatado que:

- A discriminação das áreas de rejeito de carvão contra as demais classes de cobertura de solo da região é realizável através das técnicas experimentadas.
- A identificação de diferentes tipos de rejeito não é obtida através de técnicas de reconhecimento de padrões sobre os quatro canais originais do MSS-LANDSAT, recomendando-se a geração de novos atributos e a seleção de atributos ótimos para este fim.
- Outras categorias mapeadas com sucesso neste trabalho foram: corpos d'água (trincheiras abandonadas e inundadas e bacias de decantação), área urbana residencial, área urbana industrial.

b) Mapeamento do uso do solo da planície costeira de Laguna-Tubarão, S.C.

Neste trabalho foram identificadas e mapeadas com sucesso as seguintes classes de uso e cobertura do solo:

- áreas urbanas (residenciais, industriais, serviços, etc.);
- áreas relacionadas a carvão (depósitos de rejeitos piritosos, depósito de carvão vapor, bacias de decantação);
- áreas agrícolas (pastagens, arroz, etc);
- áreas florestais (matas, capoeiras, Eucalyptus);
- banhados periodicamente alagados (tiriricas);
- banhados permanentemente alagados (taboas e praturãs);
- solos preparados para plantio;
- corpos d'água.

5. DESCRIÇÃO E JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DOS MÓDULOS DE ESTUDO

Em dois grupos, os cinco módulos escolhidos abrangem quase toda a área direta ou indiretamente afetada pela exploração do carvão no sudeste de Santa Catarina. (Apêndice A).

O primeiro grupo de módulos, a saber: módulos Urussanga, Criciúma e Maracajá, abrange toda a área de atividade de extração de carvão, exceto as concessões das Companhias Palermo e Barro Branco, situadas nos altos cursos dos rios Hipólito, Cafundó, Capivaras e Oratório.

O módulo de Urussanga, de 900 km², abrange as cidades de Guatã, Lauro Müller, Barro Branco, Santana, Treviso, Rio América, Urussanga e Rio Deserto. Nele estão contidos o eixo de intensa mineração de sub-solo entre Guatã e Santana; uma grande mina a céu aberto da Companhia Treviso, localizada na cabeceira do rio Carvão; e duas áreas de mineração a céu aberto abandonadas no alto curso do rio Mãe Luzia. Além disto, diversas concessões para futura exploração do sub-solo e a céu aberto estão inseridas no módulo.

O módulo de Criciúma, de 900 km², contém a área mais afetada pela exploração do carvão, que é em torno da cidade do mesmo nome. Também apresenta a maior mina a céu aberto da região Carbonífera, situada a norte e noroeste da cidade de Siderópolis.

O módulo de Maracajá foi selecionado para estudo a título de monitoramento, pois, apesar de apresentar apenas uma área de rejeito na cabeceira do rio dos Porcos, nele estão contidos grandes áreas de futura exploração a céu aberto como o baixo curso do rio Urussanga, além de outras áreas de futura exploração de sub-solo.

O outro grupo de módulos (módulos Imaruí e Laguna) está situada na região das lagoas de Santa Catarina, área intensamente impactada pelo beneficiamento e utilização do carvão.

O módulo de Imaruí, contém a lagoa do mesmo nome e a lagoa Mirim, ambas à jusante do Complexo Carbonífero Catarinense, instalado em Imbituba. Este Complexo deverá promover profundas modificações no padrão de utilização do solo na restinga ao norte de Laguna, com grave risco para a produtividade destas lagoas.

O módulo de Laguna completa a região das lagoas e contém o lavador de Capivari, último estágio de beneficiamento de todo carvão de Santa Catarina; o depósito de rejeitos piritosos deste lavador, situado no banhado da Estiva dos Pregos; a termoelétrica Jorge Lacerda com extensas bacias de decantação de cinzas e um concentrador de pirita instalado na Vila de Capivari para fornecer pirita ao Complexo Carboquímico de Imbituba.

6. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO

Um sistema de classificação é uma forma de organizar hierarquicamente e compatibilizar dados sobre a cobertura de solo de uma dada região, obtidos através de diversos sensores com escalas e níveis de detalhamento diferentes.

Neste projeto serão utilizados dois produtos de sensoriamento remoto: dados do MSS-LANDSAT na escala de 1:100.000 com resolução de aproximadamente 80 m e fotografias aéreas infravermelhas-coloridas na escala de 1:45.000 e resolução de aproximadamente 5 m.

Portanto, o sistema de classificação será proposto em três níveis, sendo dois compatíveis aos dados de fotografias aéreas e o terceiro mais abrangente, compatível à resolução do MSS-LANDSAT.

NÍVEL I (MSS LANDSAT)	NÍVEL II (FOTOS IV FC)	NÍVEL III (FOTOS IV FC)
1. Rejeitos piritosos	{ 1.1 - briquetes 1.2 - finos	{ 1.1.1 - compactados 1.1.2 - não compactados 1.1.3 - queimados 1.2.1 - bacias de decantação abandonadas 1.2.2 - aluviões
2. Rejeitos estéreis	{ 2.1 - com cobertura \geq 30% 2.2 - com cobertura \leq 30% 2.3 - sem cobertura vegetal	
3. Áreas agrícolas	{ 3.1 - fumo 3.2 - arroz 3.3 - mandioca 3.4 - solo preparado para plantio 3.5 - pastagens 3.6 - outras	
4. Áreas florestais	{ 4.1 - matas 4.2 - capoeiras 4.3 - eucalyptus 4.4 - pinus	
5. Áreas urbanas	{ 5.1 - residenciais 5.2 - loteamentos 5.3 - industriais	
6. Áreas alagadas	{ 6.1 - periódicas 6.2 - permanentes	{ 6.1.1 - várzeas 6.1.2 - banhado de tiritica 6.2.1 - praturãs 6.2.2 - taboas
7. Corpos d'água	{ 7.1 - lagoas 7.2 - rios 7.3 - trincheiras abandonadas 7.4 - bacias de decantação ativa	
8. Solos expostos	{ 8.1 - outras atividades mineradoras 8.2 - aterros 8.3 - praias e dunas	

7. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, A.T. Evaluating the environmental effects of past and present surface mining: A remote sensing applied research review. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 14., San Jose, Costa Rica, 1980. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1980, v. 1, p. 275-278.
- ANDERSON, A.T.; SCHUBERT, J. ERTS-1 Data applied to strip mining. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 42(2):211-219, Feb. 1976.
- ANDERSON, A.T.; SCHULTZ, D.; BUCHMAN, N.; NOCH, H.M. LANDSAT Imagery for surface-mine inventory. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43(8):1027-1036, Aug. 1977.
- ANDERSON, J.E.; TANNER, C.E. *Remote Sensing of Coal Strip mine rehabilitation*. Las Vegas, NV, Lockheed Electronics CO., Inc, 1978. (NTJS PB-286-647).
- BAYNE, J.N.; LAWRENCE, H. *Application of satellite data for surface mine monitoring in selected countries of South Carolina*. Columbia, SC, South Carolina Land Resources Conservation Commission, 1979. (PB80-144629).
- CARREL, J.E.; JOHANNSEN, C.K.; BARNEY, T.W.; CCFARLAN, W. Remote measurements of vegetative cover in surface mines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 12., Ann Arbor, MI, 1978. *Proceedings*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1978, v. B, p. 1653-1664.
- FISH, B.R. *A feasibility analysis of the employment of satellite imagery to monitor and inspect surface mining operations on W-Kentucky*. Frankfort, Kentucky, 1977. Final report, v. 1. (NASA CR-153918).
- GILBERTSON, B.P.; WILLIAMSON, D.T. Satellite observation of mine-dump vegetation. *Journal of the South African Institute of mining and metallurgy*, SV(sf):292-294, Feb. 1974.

- HUGHES, T.H.; DILLION III, A.C.; WHITE Jr., J.R.; DRUMMOND, Jr., S.E.; HOOKS, W.G. *Assessment of Practicality of Remote Sensing techniques for a study of the effects of strip mining in Alabama.* University, Alabama, 1975. Final Report (NASA-CR-144126).
- INGLIS, M.H.; SHEFFER, H.W.; LYON, R.J.P.; PRELAT, A.E. *LANDSAT Monitoring of the Navajo Coal Surface Mine.* Albuquerque, N.M., Remote Sensing Natural Resources Division, Technology Application Center, University of New Mexico, 1978. (TAC TR 78-007).
- IRONS, J.R. Remote Sensing of surface mines: a comparative study of sensor systems. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 14., San Jose, Costa Rica, 1980. *Proceedings.* Ann Arbor, MI, ERIM, 1980, v. 2, p. 23-30.
- KNUTH, W.M.; FRITZ, E.L.; SCHAD, J.A. *Investigation of Color and Color Infrared Aerial Photographic Techniques for mining and Reclamation Planning and Monitoring.* State College, PA, HRB - Singer, Inc., 1978. (PB-294707).
- LYON, R.J.P.; PRELAT, A. *Application of the Stanford Remote Sensing Laboratory ("Stansort") system on monitoring of surface coal mines using LANDSAT digital data.* Stanford, CA, Stanford Remote Sensing Laboratory, Dept. of Applied Earth Sciences, Stanford University, 1978. (SRL Technical Report 77-12).
- MAMULA, N. Jr. Remote sensing methods for monitoring surface coal mining in the northern great plains. *Journal Research U.S. Geological Survey*, 6(2):149-160, Mar.-Apr. 1978.
- MOORE, H.D.; ADAMS, J.H.; GREGORY, A.F. Mapping mine wastes with LANDSAT. SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, 4., Loews le Concorde, Québec, 1977. *Proceedings.* Québec City, Canadian Aeronautics and Space Institute, Ottawa, 1977. p. 294-304.
- PATTERSON, D.B.; CAMPBELL, K.M. The effectiveness of multi-date, multi-scale aerial remote sensing imagery for monitoring coal mining operations and reclamation efforts in Alberta. In: CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, 5., Victoria, 1978. *Proceedings.* A. MacEwan, Pacific Forest Research Center, 1978. p. 165-168.

- RUSSELL, O.R.; NICHOLS, D.A.; ANDERSON, R.W. *Application of LANDSAT-2 data to the Implementation and Enforcement of the Pennsylvania Surface Mining Conservation and Reclamation Act.* Washington, DC, Earth Satellite Corporation, 1977. Final Report (NASA-Cr-153916).
- RUSSELL, O.R.; WOBBER, F.J.; WEIR, C.E.; AMATO, R. Applications of ERTS-1 and Aircraft Imagery to mined land investigations. In: F. SHAHROKHI, *Remote Sensing of Earth Resources.* University of Tennessee Space Institute, Tullahoma, TN, 1975. v. 4, p. 1085-1106.
- SHUCHMAN, R.A.; DAVIS, C.F.; JACKON, P.L. Contour strip-mine detection and identification with imaging radar. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, 7(2):99-117, Spring, 1975.
- SPISZ, E.W. *Application of multiespectral scanner data to the study of an abandoned surface coal mine.* Washington, DC, NASA, 1978. (NASA TM-78912).
- SPISZ, E.W.; DOOLEY, J.T. *Assessment of Satellite and aircraft multispectral scanner data for strip-mine monitoring.* Cleveland, Ohio, National Aeronautics and Space Administration, Lewis Research Center, 1980. (NASA TM-79268).
- WIER, Ch. E; WOBBER, F.J.; RUSSELL, O.R.; AMATO, R.V.; LESHENDOK, Th.V. Relationship of roof falls in underground coal mines fo fractures mapped on ERTS-1 imagery in: ERTS-1 SYMPOSIUM, E., Washington, DC, 1973. *Proceedings.* Washington, DC, NASA 1974. Technical Presentations, v. 1, p. 825-844. (NASA SP 351).
- WOBBER, F.J.; RUSSELL, O.R.; DEELY, D.J. Multiscale aerial and orbital Techniques for management of coal-mined lands. *Photogrammetria*, 31(4):117-133, 1975.
- WOBBER, F.J.; WIER, Ch. E.; LESHENDOK, TL.V.; BEEMAN, W. Coal refuse site inventories. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 41(9):1163-1171, Sept. 1975.

• •

