

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL EM PARTE DA CHAPADA DO ARARIPE-CE, UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO

MANUEL RODRIGUES DE FREITAS FILHO¹
JOSÉ SIMEÃO DE MEDEIROS²

¹ FUNCEME: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Caixa Postal D 3221
60.325-002 - Fortaleza-CE, Brasil

² INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515
12.201 - São José dos Campos-SP, Brasil

ABSTRACT. This paper presents a multitemporal analysis of the vegetation canopy of Chapada do Araripe-CE, from 1987 to 1990, which uses remote sensing and geoprocessing techniques. The proposals of the research have been implemented in a Geographical Information System -SGI/INPE. The case study area is part of Chapada do Araripe-CE, within WRS 216.65C orbit of the american satellite LANDSAT 5. The area is located at the southern region of the Ceará State, involving the municipalities of Barbalha, Jardim, Missão Velha, Porteiras, Brejo Santo e Abaiara. The vegetation canopy land units and also the antropic actions, were identified by using aerial photographs of 1987, scale 1:32500, while the 1990 informations were extracted by visual interpretation of TM LANDSAT 5, TM5 band processed in paper, black and white, scale 1:100000. Thematic databases were built (PIs) - vegetation canopy (1987 e 1990), altimetry, administrative boundaries, and infrastructure (roads) - all the data were digitalized, polygonized and transformed from vector into raster. Then, the data integration tasks were done by using the function SOBREPOR, in order to quantify the areas of vegetation canopy which have been modified. To better visualize the antropic action, a 3-D model was generated. Finally, a thematic map was prepared on the scale of 1:100000.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm-se ampliado bastante a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto no Brasil. Modernos equipamentos vêm surgindo com estas técnicas e, ao mesmo tempo, sofisticados programas computacionais. Consequentemente, novas metodologias estão sendo aplicadas, principalmente na área de recursos naturais, abrindo perspectivas otimistas para a atualização de produtos cartográficos.

Esta pesquisa terá como área de estudo parte da Chapada do Araripe-CE, inserida na órbita WRS 216.65C do satélite americano LANDSAT 5. Situada no extremo sul do Estado do Ceará, esta Chapada vem sendo bastante utilizada por pequenos e médios agricultores que praticamente não utilizam capital e tecnologia, inexistindo, desta forma, práticas conservacionistas. Como consequência disso, a área em foco vem sofrendo um profundo processo de degradação ambiental. Surge então a necessidade de um estudo atualizado, o qual deverá ser baseado em informações de dados orbitais e aéreos.

Como ferramenta de trabalho, utilizaremos o Sistema de Informações Geográficas - SGI/INPE, o qual permite adquirir, analisar, combinar e reproduzir dados de diferentes fontes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe-CE, a fim de constatarmos o nível da alteração antrópica, no período 1987-1990, utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento.

2.2 Objetivos Específicos

- integrar em uma mesma base cartográfica, informações provenientes de fotografias aéreas pancromáticas, datadas de 1987, escala 1:32.500, e imagem do satélite TM LANDSAT 5 em papel, banda TM5, datada de 1990, escala 1:100.000;
- quantificar e mapear os dados relativos a ação antrópica

e a cobertura vegetal da área em estudo, nos anos de 1987 e 1990;

- gerar uma visualização da ação antrópica na área de estudo em um modelo 3D;

3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

3.1 Sensoriamento Remoto

[Novo (1992)], define Sensoriamento Remoto como sendo a "utilização de sensores para a aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles". [Ponsonni (1992)], diz ainda que, Sensoriamento Remoto não é ciência e sim um conjunto de técnicas que se vale da interação entre a radiação eletromagnética e os recursos naturais existentes na superfície terrestre, chamados "alvos", que são os objetos de estudos.

De acordo com [Novo (1992)], a aquisição dos dados em SR é realizada basicamente sobre três níveis: nível de laboratório/campo, nível aéreo e nível orbital. A nível de laboratório/campo utiliza-se o radiômetro, que é um sensor não-imageador, essencial para aquisição de informações detalhadas sobre o comportamento espectral de um determinado objeto da superfície terrestre. O nível aéreo mais comum são os levantamentos aerofotogramétricos, enquanto que a nível orbital, temos os sensores a bordo de satélites artificiais.

Entre as vantagens do Sensoriamento Remoto citadas por [Rodrigues (1990)], temos: acessibilidade em grandes áreas de difícil acesso, imageamento de grande altitude, possibilitando uma visão sinótica da superfície terrestre, e o imageamento repetitivo viabilizando o monitoramento de grandes áreas.

3.1.1 Fotografias Aéreas

[Strandberg (1975), In: Loch (1991)], diz que, além da grande escala, a fotografia aérea convencional tem seu ponto forte na possibilidade de interpretá-la em terceira dimensão através da estereoscopia. De acordo com [Garcia (1977)], o espectro fotográfico abrange a faixa de 0.3 μm a 1.2 μm , enquanto que a região do visível se estende de 0.4 μm a 0.7 μm . Segundo os mesmos autores a resposta espectral da fotografia aérea é limitada em virtude dos filmes que não são produzidos sensíveis a um comprimento de onda superior a 1.2 μm e em segundo lugar porque a atmosfera bloqueia a passagem de energia menor que 0.3 μm .

3.1.2 Imagens TM LANDSAT

De acordo com[Novo (1992)], o sistema LANDSAT compõe-se até o momento de uma série de 5 satélites, lançados a intervalos médios de 3 a 4 anos. O satélite LANDSAT 5 está posicionado a uma altura de 705km em relação a superfície terrestre e os seus sensores

varrem uma faixa de 185 Km, sendo esta recoberta a cada 16 (dezesseis) dias.

O sensor a bordo do LANDSAT 5 é o TM (Thematic Mapper), o qual proporciona uma melhor discriminação espectral entre objetos da superfície terrestre. As faixas espetrais do sensor TM e suas respectivas aplicações específicas são apresentadas na TABELA 01.[Novo (1992)], diz ainda que o TM apresenta uma resolução espacial de 30m x 30m no terreno. O canal 6 tem resolução no terreno de 120m x 120m.

TABELA 01
PRINCIPAIS APLICAÇÕES DOS CANAIS DO SENSOR
TM LANDSAT

BANDA	INTERVALO ESPECTRAL (μm)	APLICAÇÃO	
1	0,45	0,52	diferença solo e vegetação
2	0,52	0,60	vigor da vegetação
3	0,63	0,69	clorofila
4	0,76	0,90	biomassa
5	1,55	1,75	umidade solo e vegetação
6	10,4	12,5	mapeamentos temático
7	2,08	2,35	geologia

FONTE: NOVO (1992)

3.2 Conceito de Geoprocessamento

[Silva et alii (1988)], definiram geoprocessamento como um "conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificadas, executa análises, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais tornando-os utilizáveis em um sistema de processamento automático".

[Rodrigues (1990)], define geoprocessamento como "conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam".

3.3 Sistema de Informações Geográficas - SGI/INPE

Segundo [INPE (1990)], o SGI é um "conjunto de programas que permitem adquirir, analisar, combinar e reproduzir informações codificadas espacialmente". Entre seus princi-

país objetivos pode-se citar:

- integrar informações numa única base de dados;
- permitir a visualização conjunta de imagens e mapas
- gerar mapeamentos derivados;
- integrar dados gráficos e informações armazenadas em banco de dados alfanuméricos.

Os trabalhos executados pelo SGI são armazenados numa base de dados própria que recebem o nome de PROJETO. Dentro de um PROJETO, o usuário cria Planos de Informações (PIs) que correspondem aos diferentes dados necessários ao trabalho. Todos os PIs são registrados, desta forma, as tarefas de combinação de dados tornam-se mais precisas, sendo ainda possível sobrepor os PIs sem erro.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização

A área de estudo compreende parte da Chapada do Araripe-CE, delimitada pela curva de nível de 800 metros. Está situada entre as latitudes 07° 24'00" / 07° 30'00" sul e longitude 39° 04'00" / 39° 15'00" oeste (FIGURA 01). Abrange parte dos municípios de Barbalha, Jardim, Missão Velha, Ponteiras, Brejo Santo e Abaiara.

4.2 Aspectos Fisiográficos

4.2.1 Pedologia

A classe de solo dominante na área de estudo é a do Latossolo Vermelho Amarelo Álico Distrófico. Possui textura argilosa, fase floresta subperenifólia/cerrado, relevo plano e suave ondulado. A área em foco apresenta ainda associações do Podzólico Vermelho Amarelo com os Solos Litólicos, ambos de caráter eutrófico (SUDEC, 1983).

4.2.2 Geomorfologia

A Chapada do Araripe-CE é constituída por rochas cretáceas e possui níveis altimétricos que variam de 800 a 900 metros. O topo apresenta-se horizontal, sendo que seu rebordo está quase sempre associado aos folhelhos com concreções calcáreas e argilitos da Formação Santana. Este Planalto Sedimentar corresponde a um brejo de encosta e de pé-de-serra e a disposição de suas camadas estão orientadas para o leste, favorecendo a ocorrência de ressurgências (SUDEC, 1986).

4.2.3 Vegetação

Nos pontos mais elevados da Chapada do Araripe-CE, encontramos a floresta subperenifólia tropical pluvio-nebulosa (matas úmidas). A ocorrência deste tipo de vegetação, está determinada, principalmente pela altitude e exposição aos ventos úmidos. Nos níveis altimétricos mais inferiores encontramos a floresta subcaducifólia tropical pluvial (ma-

tas secas). Entre 800 e 900 metros de altitude está localizada a floresta subcaducifólia xeromorfa, conhecida como cerradão (SUDEC, 1986).

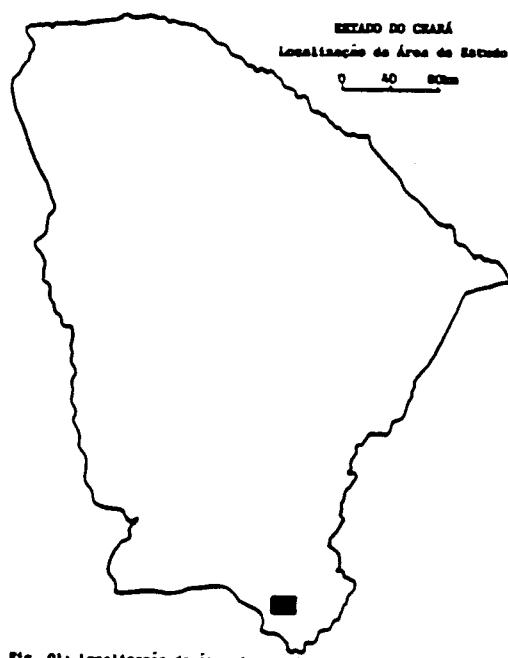


FIG. 01: Localização da área de estudo.

5 MATERIAL E MÉTODO

5.1 Material

- Folha sistemática CRATO SB.24-Y-D-III da SUDENE/DSG, escala 1:100.000;
- imagem do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite LANDSAT 5, em papel, WRS 216.65C, escala 1:100.000, datada de SET/1990;
- fotografias aéreas pancromáticas, escala 1:32.500, datadas de 1987;
- microcomputador 386;
- mesa digitalizadora, tamanho A1;
- unidade visualizadora (SITIM 150) com 1020 x 1024 pixels;
- software Sistema Geográfico de Informações-SGI/INPE;
- traçador gráfico eletrostático VERSATEC.

5.2 Método

- Elaboração da base cartográfica, escala 1:100.000, tendo como apoio a folha CRATO SB.24-Y-D-III da SUDENE/DSG extraíndo a hidrografia, estradas e áreas urbanas;
- interpretação visual da imagem TM LANDSAT 5, datada de 1990, apoiada na base cartográfica 1:100.000;
- ampliação da base cartográfica, elaborada na escala

1:100.000, para a escala 1:32.500, através do Sistema Geográfico de Informações-SGI/INPE;

- interpretação visual das fotografias aéreas pancromáticas, datadas de 1987, apoiada na base cartográfica 1:32.500;

- elaboração de um Modelo Numérico de Terreno (MNT), na escala 1:100.000, tendo como apoio a folha CRATO da SUDENE/DSC, com equidistância de 40 metros entre as curvas de nível;

- digitalização no SGI dos seguintes Planos de Informações (PIs): limite administrativo (LA), estradas (EST), altimetria, cobertura vegetal 1987 (CV87) e 1990 (CV90);

- sobreposição dos Planos de Informações relativos a cobertura vegetal de 1987 (CV87) e 1990 (CV90), através das funções de MANIPULAÇÃO do SGI, a fim de obtermos a alteração da cobertura vegetal no período 1987-1990;

- quantificação das áreas resultantes da sobreposição dos Planos de Informações CV87 e CV90, através da função CÁLCULO DE ÁREAS POR CLASSE do SCI;

- apresentação dos resultados obtidos através de um relatório, acompanhado de uma carta planimétrica/temática.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 - Interpretação Visual

6.1.2 - Fotografias Aéreas

Na interpretação visual das fotografias aéreas pancromáticas, apoiada na base cartográfica 1:32.500, determinamos os temas cobertura vegetal e ação antrópica, relativos ao ano de 1987. Estes temas foram delimitados sem dificuldade em virtude da elevada resolução espacial e da ampla faixa do espectro eletromagnético - ultravioleta até infravermelho próximo (0,3 a 1,2 μ m) - em que atuam as fotografias.

6.1.3 - Imagem TM LANDSAT 5

Para efetuarmos a extração de informações na imagem do satélite TM LANDSAT 5 foi selecionada a banda TMS. O melhor contraste ali observado, permitiu uma boa visualização da tonalidade, textura e formas geométricas dos alvos. Estes fatores desempenharam um importante papel na delimitação das manchas de cobertura vegetal e ação antrópica relativas ao ano de 1990. Segundo NOVO, 1992, nesta banda (1,55 μ m - 1,75 μ m) a reflectância da vegetação é dominada pela umidade contida nas folhas.

6.2 - Integração dos Dados no SGI

Após a criação do projeto no SGI, iniciamos a digitalização dos seguintes Planos de Informações (PIs):

. MOLD - referente a moldura da área de estudo, a qual foi delimitada pela curva de nível de 800 metros;

. EST - estradas;

. LA - limites administrativos;

. CV87 - cobertura vegetal de 1987;

. CV90 - cobertura vegetal de 1990;

. ALT - altimetria.

O fato dos "overlays" das fotografias aéreas e da imagem TM LANDSAT 5 terem sido originados de uma mesma base cartográfica contribuiu para obtermos um bom registro entre as informações datadas de 1987 e 1990. Podemos constatar a importância da precisão deste registro quando da integração dos dados, os quais originaram um novo PI.

Os PIs CV87 e CV90, após terem sido digitalizados e posteriormente poligonizados, foram convertidos do formato vetor para o "raster", com resolução espacial de 40 metros. Em seguida efetuamos a integração dos dados contidos nestes dois PIs, através da função SOBREPOR. Como resultado obtivemos o PI antropismo (ANT), com o qual, através da função CÁLCULO DE ÁREAS POR CLASSE, procedeu-se a quantificação da cobertura vegetal alterada no período 1987-1990 (TABELA 02).

TABELA 02
QUANTIFICAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM
PARTE DA CHAPADA DO ARARIPE -CE (ÁREA EM ha)
PERÍODO: 1987-1990

TEMA	PERÍODO			
	1987	%	1990	%
Ação antrópica	857	51	1.175	70
Cobertura vegetal	816	49	498	30
TOTAL	1.673	100	1.673	100

OBS: dados extraídos a partir da curva de nível de 800 metros.

Analisando a TABELA 02 observamos uma evolução da ação antrópica, ou seja, de 51% em 87 passou para 70% em 1990. Consequentemente, no que se refere a cobertura vegetal, constatamos o contrário, pois os 49% encontrados em 1987, declinaram para 30% em 1990.

Através da função GERAÇÃO DE CARTAS, elaboramos um documento cartográfico final. Para tanto, selecionamos os seguintes Planos de Informações (PIs): Antropismo (ANT), Estradas (EST), Moldura (MOLD) e Limites Administrativos (LA), FIGURA 03.

6.3 - Modelo Numérico do Terreno (MNT)

De acordo com INPE, 1990, o Modelo Numérico do Terreno (MNT) permite tratar superfícies tridimensionais e é aplicado, principalmente, em cálculo de áreas e volumes, desenhos de perfis e de blocos perspectivos do terreno, dentre outras aplicações. [(Cintra (1990)], diz que a superfície terrestre é variadíssima e torna-se impossível de ser representada, através de fórmulas matemáticas, em todos os seus detalhes.

O ponto de partida na elaboração do MNT foi a digitalização das curvas de nível e dos pontos cotados (estas amostras 3D foram extraídas da folha CRATO SB.24-D-Y-III da DSG/SUDENE). Em seguida, após a organização das amostras, foi gerada uma grade regular com 296 linhas e 512 colunas e sua resolução espacial ficou aproximadamente de acordo com a equidistância das curvas de nível digitalizadas, ou seja 40 metros. Como último passo, efetuou-se a visualização da área de estudo em um modelo tridimensional (FIGURA 02).

7 - CONCLUSÃO

A aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, sobretudo em dados coletados por sensores orbitais, apresentam comprovado nível de eficiência em atividades voltadas para os recursos naturais.

A integração entre dados obtidos a partir da interpretação de fotografias aéreas convencionais e imagens de satélite é essencial, uma vez que elas são complementares entre si.

No que se refere a área pesquisada, constatamos que a inegável queza natural fizeram da Chapada do Araripe-CE uma área com intensa ação do homem, pois o mesmo, para expandir a área cultivada, tem destruído a vegetação nativa.

A redução do problema está ligada ao dilema sobrevivência humana x proteção ambiental. Várias alternativas devem ser estudadas para se chegar a exploração do quadro natural com o mínimo de impacto ecológico.

Deve-se, no entanto, proceder a implementação de um plano com orientação correta para que dessa forma o homem seja educado para uma coexistência pacífica e, consequentemente, ser evitado prejuízos e destruição do meio ambiente por falta de um controle técnico efetivo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro, Edimar da S.; Medeiros, J. S. *Mapeamento das alterações da cobertura vegetal natural: novo procedimento metodológico utilizando-se os sistemas SITIM/SGI*. In: anais do VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. vol.1, Manaus, 24 a 29 de julho, INPE, 1990.

Assunção, G.V. Alves, DIÓGENES, S; FORMAGGIO, A.R. *Mapa de aptidão agrícola das terras e uso adequado das terras: uma abordagem usando SGI e ima gens de satélite*. São Paulo, INPE, 1989.

Cintra Jorge P.; *Modelos digitais do terreno*, In: anais do Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento - EPUSP, 23 a 25 de maio, 1990, São Paulo, 53 a 65 pg.

Correia Virgínia R.M.; Dutra Luciano; Felgueiras Carlos A: *Integração de dados de modelos numéricos de terreno e imagens de satélite utilizando-se transformação IHS*, In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, vol.3, Manaus, 24 a 29 de julho, INPE, 1990, 736p a 739p.

Epiphanio, J.C.N.; Valério Filho M.; Formaggio A.R. *Análise quantitativa da drenagem obtida através de fotografias aéreas e imagens do RBVI LANDSAT*. INPE, 1981.

Garcia Gilberto J.; Marchetti Delmar A.B; *Princípios de fotogrametria e fotointerpretação*, São Paulo, editora Nobel, 1977, pg 200.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ENGESPAÇO. *Sistema de Informações Geográficas - SGI/INPE. Manual do usuário*, versão 2.1, São José dos Campos-SP, INPE, 1990, 4.30p.

Loch Carlos. *A devastação florestal a nível de propriedade*. In: anais do VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, vol 1, Manaus, 24 a 29 de junho, INPE, 1990.

_____. *Integração entre informações obtidas de fotografias aéreas convencionais e imagens orbitais visando a implantação e manutenção do cadastro técnico*. In: II Encontro Nacional de Sensoriamento Remoto aplicado ao planejamento municipal, Serra Negra-SP, 02 a 05 de abril, 1991, 05p.

Martins Ma. Lúcia R; Soares Ana Ma. L. *Levantamento e mapeamento do grau de conservação versus degradação ambiental da serra de Baturité-CE, através de Sensoriamento Remoto*, FUNCEME, Fortaleza-CE, 1991.

Mendonça, F. J. *Uso dos dados do LANDSAT para avaliação de áreas ocupadas com cana-de-açúcar no*

Estado de São Paulo. Tese de Mestrado. INPE, 1990.

Novo, E. M.L de M.; *Análise comparativa entre fotografias aéreas convencionais e imagens do LANDSAT para fins de levantamento do uso da terra*, INPE, São Paulo, 1979.

_____. *Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações*, 2a edição, editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo-SP, 1992.

Ponzonni, F.J. *Comportamento Espectral da Vegetação*. Notas de aula do Curso de Especialização em Sensoriamento Remoto, UNIVAP. São José dos Campos. 1992.

Silva, J. X. et alii. *Análise Ambiental da APA de Cairuçu-RJ*; In: Revista Brasileira Geográfica, Rio de Janeiro, 1988, 42p

SUDEC, *Atlas do Ceará*, 2a. edição. Fortaleza, 1986.

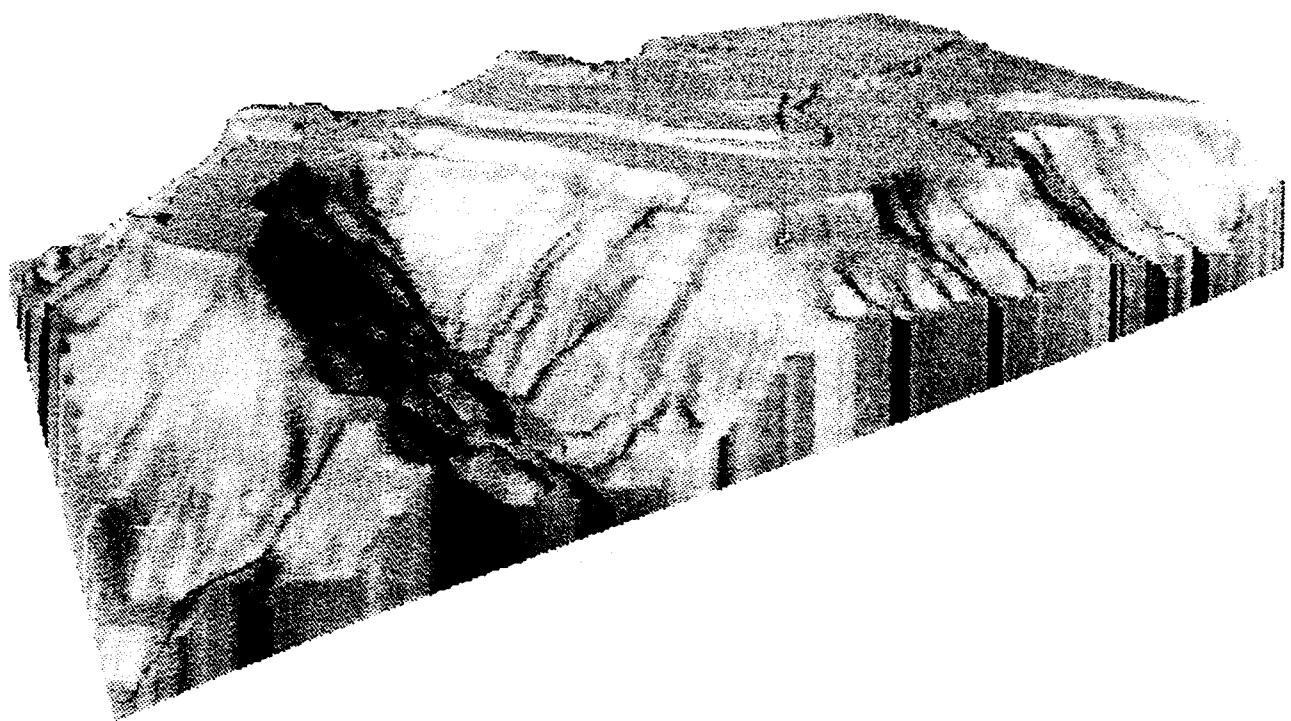


Fig. 02: modelo 3D da área de estudo.

ANALISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL EM PARTE DA CHAPADA DO ARARIPE-CE

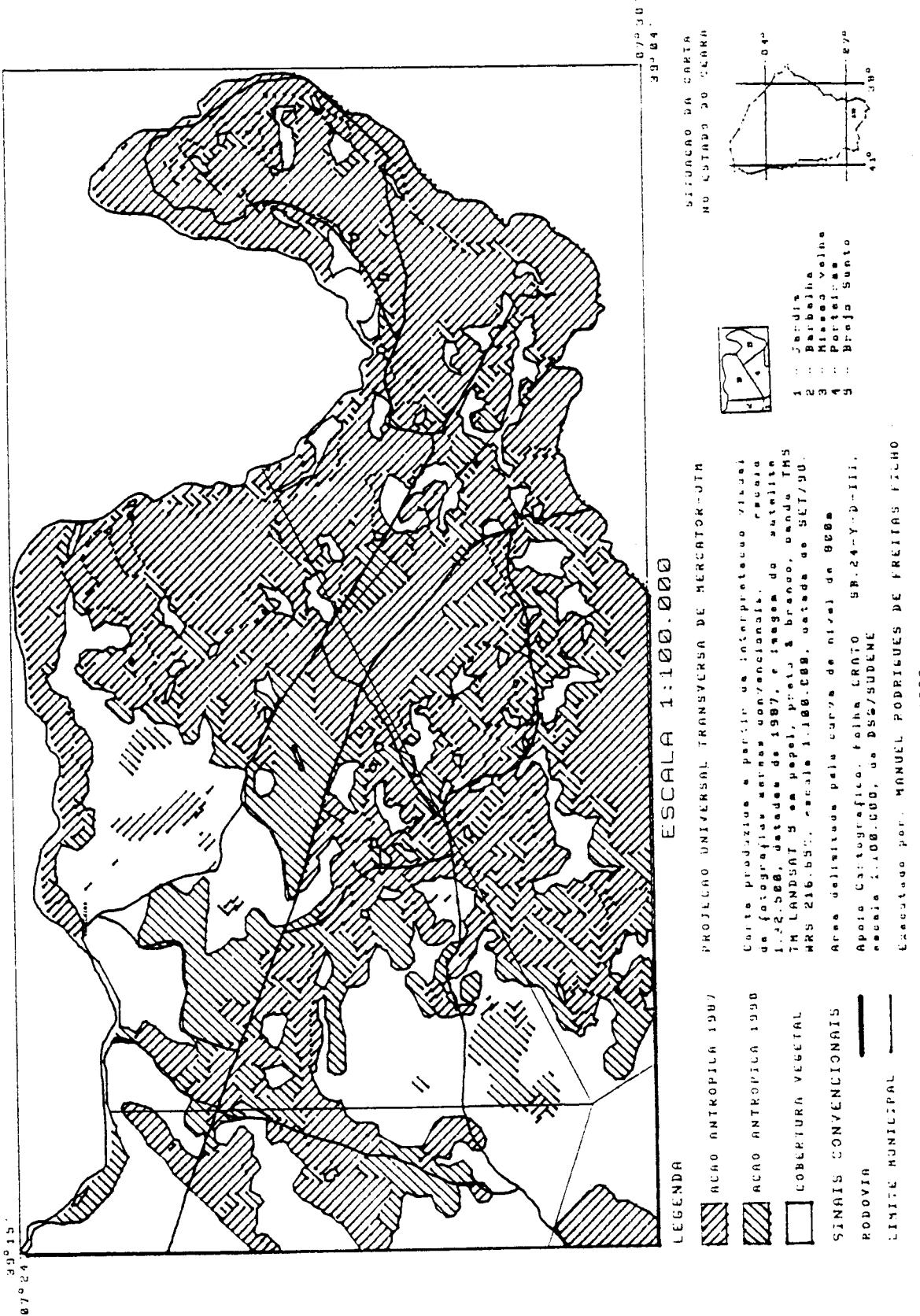


Fig. 03: Carta temática da área de estudo.