



---

---

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E USO DO SOLO NA TERRA INDÍGENA PANKARARÉ, RASO DA  
CATARINA-BA UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS

João Henrique Moura Oliveira (PROBIC/UEFS) jh.moura@bol.com.br  
Joselisa Maria Chaves (Profa. Dra. DEXA - UEFS); Jocimara S.Brito. Lobão (Geógrafa);  
Quitéria Elias Pereira (Bolsista FNMA-IBAMA)  
UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana Área de Geociências DEXA, Grupo de  
Pesq. em Geociências e Gestão de Recursos Naturais; - LETNO -DCBIO  
BR 116- Km 03, Feira de Santana - BA CEP: 44. 031-460  
Projeto: Gestão Etno- Ambiental Pankararé - II Etapa – FNMA-IBAMA

EIXO TEMÁTICO: Cartografia Geomorfológica

**RESUMO** - Nas Geociências, a Geomorfologia assume um papel imprescindível, no que diz respeito às discussões sobre Meio Ambiente e Natureza, Nesse contexto, com o advento das Geotecnologias tendo como premissa o processamento digital de imagens de satélites, elaboração de bancos de dados geo-referenciados, essa utilização acarreta numa gama variada de correlações e interações otimizando uma melhor compreensão do espaço geográfico, O estudo foi realizado no Raso da Catarina-BA, nordeste do Estado da Bahia, mais especificamente numa porção que abrange as Terras Indígenas Pankararé, entre as coordenadas 9° 15' 15.79" e 9° 33' 10.21" de latitude sul e 38° 41' 59" e 38° 27' 11.45" de longitude oeste, com área da ordem de 47. 297 Km<sup>2</sup>, Assim, este estudo procura caracterizar a compartimentação geomorfológica das Terras Indígenas Pankararé relacionando com o seu uso do solo e cobertura vegetal utilizando como suporte técnico operacional produtos derivados de Sensoriamento Remoto objetivando produzir um mapa temático geomorfológico/ uso do solo e cobertura vegetal. A relevância desse estudo está no fato que as Terras Indígenas Pankararé, além de ser habitada por uma remanescente comunidade tradicional, os quais desenvolvem atividades de extrativismos e agricultura de subsistência (BANDEIRA et alii, 2003), estão inseridas no Raso da Catarina, ambiente altamente relevante à preservação e conservação de sua flora e fauna devida sua alta peculiaridade e alto grau de endemismo de seu ecossistema de caatinga e Écotonos de vegetação. ficou evidenciado a possibilidade de integração de estudos empíricos com novas tecnologias propiciando, congregando uma gama maior de fatos verossímil que estão em constante atuação na Natureza, assim foram caracterizados quatro compartimentos geomorfológicos que estão em alto grau de similitude no que tange a distribuição espacial com relação com a cobertura vegetal e uso do solo. A de ressaltar ainda a importância da manutenção da cultura das comunidades tradicionais haja vista que essas comunidades já possuem uma história e experiência com o ambiente em que vivem, conseguindo desenvolver um relacionamento de extrema harmonia e sustentabilidade no ambiente onde vivem.

Palavras-chave: Geociências, Geotecnologias, Cobertura Vegetal/ Uso do solo.



## **INTRODUÇÃO**

Nas Geociências, a Geomorfologia assume um papel imprescindível, no que diz respeito às discussões sobre Meio Ambiente e Natureza, sendo o ramo do conhecimento científico que procura caracterizar e diagnosticar as formas de relevo enfocando o conhecimento tanto da gênese como sua evolução. Nesse contexto, com o advento das Geotecnologias tendo como premissa o processamento digital de imagens de satélites, elaboração de bancos de dados geo-referenciados, essa utilização acarreta numa gama variada de correlações e interações otimizando uma melhor compreensão do espaço geográfico, pois, possibilitando gerar tabelas, gráficos, mapas temáticos com melhor grau de precisão dentre outros produtos. Nesse sentido, os estudos geomorfológicos ganham um forte recurso no que concerne a um melhor detalhamento no tratamento e conhecimento do ambiente.

A relevância desse estudo está no fato que as Terras Indígenas Pankararé, além de ser habitada por uma remanescente comunidade tradicional, os quais desenvolvem atividades de extrativismos e agricultura de subsistência (BANDEIRA et alii, 2003), estão inseridas no Raso da Catarina, ambiente altamente relevante à preservação e conservação de sua flora e fauna devida sua alta peculiaridade e alto grau de endemismo de seu ecossistema de caatinga e écotonos de vegetação.

Assim, este estudo procura caracterizar a compartimentação geomorfológica das Terras Indígenas Pankararé relacionando com o seu uso do solo e cobertura vegetal utilizando como suporte técnico operacional produtos derivados de Sensoriamento Remoto objetivando produzir e relacionar um mapa temático geomorfológico com o de uso do solo/cobertura vegetal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo: localização e aspectos gerais**

O estudo foi realizado no Raso da Catarina-BA, nordeste do Estado da Bahia, mais especificamente numa porção que abrange as Terras Indígenas Pankararé (Figura 1), entre as coordenadas 9° 15' 15.79`` e 9° 33' 10.21`` de latitude sul e 38° 41' 59`` e 38° 27' 11.45`` de



longitude oeste, com área da ordem de 47. 297 Km<sup>2</sup>, possuindo um tipo climático árido megatérmico. A precipitação anual é inferior a 400 mm, registrando seca meteorológica em onze a doze meses no decorrer do ano, evapotranspiração elevada, da ordem de 1400 mm anualmente, as chuvas são concentradas nos meses de dezembro e março. As temperaturas médias compensadas, por sua vez, atingem valores acima de 25°C, com média das máximas de 34°C nos meses de dezembro e janeiro, e média das mínimas de 18°C no mês de julho (CAR, 1999).

Os cursos d'água existentes na área são essencialmente intermitentes e torrenciais, a classe de solo predominante são os Neossolos Quartzênicos. Referente à geologia, inseri-se na Bacia Tucano-Jatobá correspondendo ao Super Grupo Bahia datado do Cretáceo Médio, sendo constituída em sua maior parcela por paraconglomerados e arenitos imaturos, folhelhos verdes a cinza escuro e siltitos, ocorrendo ocasionalmente lentes de calcário da Formação Marizal. Em menor proporção, a nordeste ocorre o Grupo Ilhas e Grupo Brotas inseridos no Planalto da Bacia Tucano-Jatobá (RADAMBRASIL, 1983).

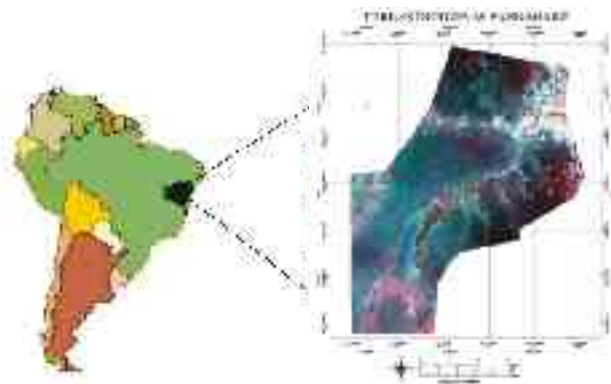


Figura –1: Localização da área de estudo

### Dados

Para a efetivação da pesquisa utilizou-se: i) imagens de satélite, órbita 216, pontos 66-67, do sensor LANDSAT 7 ETM+, obtidas em 5 de outubro de 2001, com bandas



multiespectrais (1, 2, 3, 4, 5 e 7), com resolução de 30 metros; ii) mapa limite das Terras Indígenas Pankararé; iii) Projeto Radambrasil, folha Aracaju/ Recife SC - 24/25, escala 1:1.000.000; iv) Projeto Gestão Etnoambiental Pankararé (BANDEIRA *et alii*, 2003); v) CdRoom SIG BAHIA desenvolvido pela SRH; vi) Modelo Digital de Terreno desenvolvido pela NASA; vii) *Software* ENVI ( Versão 3.5) e ArcView (Versão 3.2) para processamentos da Imagem e geração dos Mapas temáticos; e, viii) Trabalho de Campo para conhecimento e descrição das características do ambiente.

### **Método**

A Compartimentação Geomorfológica da área de estudo foi definida com base nos parâmetros metodológicos apresentados pelo RADAMBRASIL (1983), IBGE (1995), ROSS (1990), ARGENTO (2001) e XAVIER da SILVA (2001), e pela associação dos seguintes aspectos: i) estudos bibliográficos, com ênfase no trabalho de geomorfologia da região; ii) interpretação visual da imagem óptica e fotografias aéreas; e, iii) Modelo digital do terreno onde as características hipsométricas da área são destacadas, servindo de base para criar mapa de declividade e o mapa de *Hillshade*. Enquanto, a discriminação do uso do solo foi feita principalmente de pesquisa bibliográfica, trabalho de campo, interpretação visual e pelo processamento digital visando compartimentar ao máximo as características espectrais da imagem, objetivando separar assim o maior número de informações contida nos dados para com isso caracterizar de forma eficaz o ambiente.

No processamento digital da imagem foi executado nas seguintes fases: processamento e pós - processamento. A fase de pré-processamento não foi necessária porque se utilizaram imagens já georreferenciadas por LOBÃO *et al.* (2003), com o método imagem/imagem, no qual obteve-se um erro médio quadrático (RMS) de 0,66 *pixels*. Essas imagens formaram-se um mosaico, pois a área de estudo está contida em duas cenas do Satélite Landsat ETM+.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Processamento da imagem**



Procurando otimizar o processamento da imagem TM, inicialmente procurou-se selecionar o tripleto de bandas na qual evidenciasse uma maior diferenciação de alvos espectrais, ou seja, uma melhor distinção de classes de uso do solo/vegetação existentes na área de estudo. Para isso, primeiramente utilizou-se do método estatístico (OIF) *Optimum Index Factor* desenvolvido por Chaves Jr. *et al.* (1982). Assim, a escolha das bandas teve um melhor resultado tendo como suporte as análises estatísticas de matriz de variância-covariância das bandas da imagem TM e matriz dos coeficientes de correlação entre as bandas TM (Tabelas 1, 2 e 3). Esses valores foram comparados com os resultados obtidos pela análise visual das combinações entre bandas (Tabela 4), com isso foi escolhida a combinação colorida que melhor reflete o objetivo da pesquisa, tripleto 4R- 7G- 5B (Figura 1).

Tabela 1 – Valores estatísticos para as bandas TM 1, 2, 3, 4, 5 e 7

Banda	Min	Max	Média	Desvio padrão
1	0	196	50,06564	46,69684
2	0	149	43,22332	40,69671
3	0	209	55,04550	52,37384
4	0	164	38,00179	35,68556
5	0	255	93,26886	87,71886
7	0	242	65,98209	62,81096

Tabela 2: - Matriz de Variância-Covariância das bandas TM. A diagonal principal representa variância

Banda	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
1	36,446	-----	-----	-----	-----	-----
2	52,662	84,760	-----	-----	-----	-----
3	84,002	138,235	243,466	-----	-----	-----
4	36,183	60,642	98,777	52,897	-----	-----
5	91,103	145,176	270,858	102,860	<b>362,633</b>	-----
7	93,030	149,069	272,895	102,871	352,053	357,077

Tabela 3 – Matriz de coeficiente de correlação entre as bandas TM

Bandas	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
1	1					
2	0,996608	1				
3	0,989932	0,997201	1			
4	0,995997	0,997526	0,993312	1		
5	0,994768	0,995443	0,995109	0,993837	1	



7 0,988041 0,993215 0,996414 0,989101 0,997287 1

Tabela 4 – Valores dos índices calculados para as diferentes composições entre as bandas multiespectrais.

Combinações	OIF	rank	Rank visual	Combinações	OIF	rank	Rank visual
3/5/7	67,89	1	2	1/3/7	54,56	11	-----
2/5/7	62,69	2	5	2/3/7	52,32	12	-----
1/3/5	62,68	3	8	3/4/7	50,77	13	-----
1/5/7	62,49	4	6	1/2/7	50,44	14	-----
4/5/7	62,38	5	1	1/4/7	48,84	15	-----
2/3/5	60,50	6	7	1/2/3	46,84	16	-----
3/4/5	58,94	7	4	2/4/7	46,71	17	-----
1/2/5	58,63	8	-----	1/3/4	45,23	18	-----
1/4/5	56,99	9	3	1/2/4	41,16	19	-----
2/4/5	54,94	10	-----	2/3/4	39,18	20	-----

Para a delimitação da área de estudo, as Terras Indígenas Pankararé, foi construída uma máscara. Para essa região, na imagem delimitada foram testadas várias técnicas de contraste visando um melhor realce na imagem digital, pois apesar da escolha de uma composição colorida que separasse bem tanto as porções de uso do solo/vegetação, observou-se uma grande quantidade de correlação de *pixels*, ou seja, ainda era grande a quantidade de informações repetidas, tais como “sombreamento topográfico e a relação entre o espectro de reflectância dos materiais superficiais e as bandas espectrais do sensor”.

As técnicas de contraste testadas foram o contraste Guaussiano, Aumento Linear de Contraste, esse é o ajuste de contraste mais simples, pois o operador que manipula diretamente no histograma de cada banda da imagem, quanto mais espaçado for o histograma maior será o contraste (CRÒSTA, 1992). O terceiro utilizado foi o contraste por Decorrelação que se trata de uma “técnica que visa eliminar a correlação de informações entre as bandas. Ela promove não só uma rotação dos eixos da imagem, mas também uma equalização da variância seguida de outra rotação inversa dos eixos” (CHAVES, 2002). O terceiro método de contraste foi à transformação por Principais Componentes, cuja aplicação visa a redução da redundância



espectral entre os dados das imagens multiespectrais. Dos métodos testados o que apresentou melhor resultado foi a transformação por Principais Componentes e contraste Gaussiano (Figura 2).

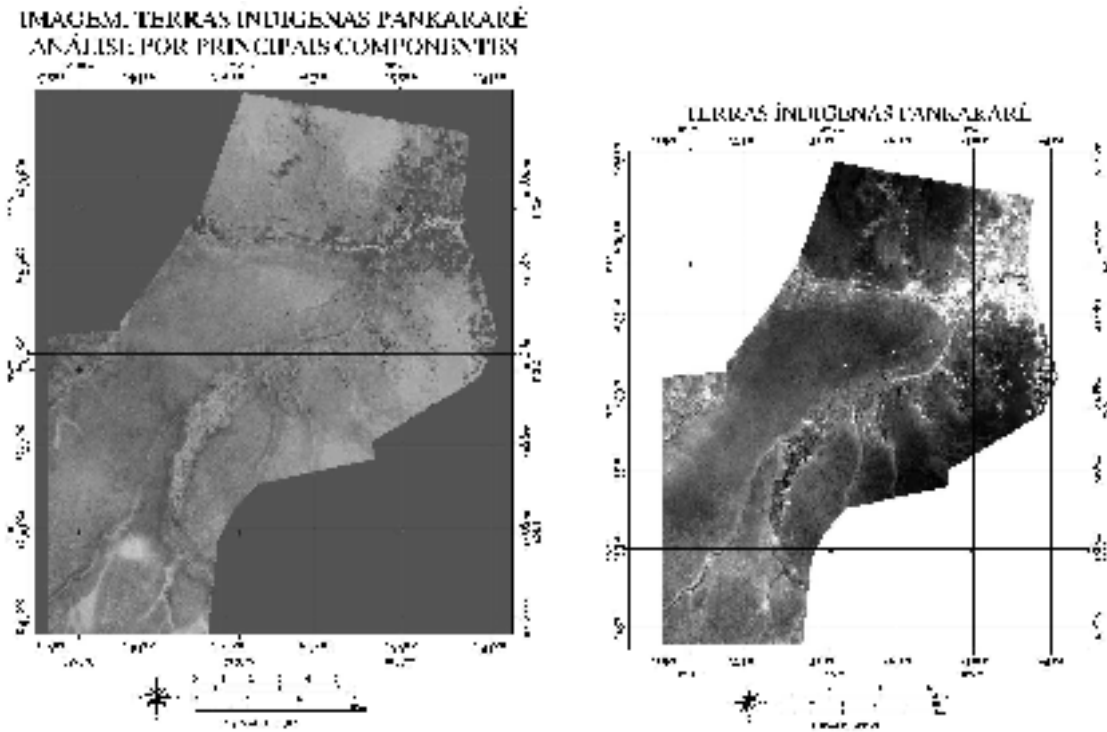


Figura 2- Imagem realçada com: 1) Principais Componentes e 2) Contraste Gaussiano.

Foram testadas ainda classificações automáticas por diferentes métodos (*K-means* e *Isodata*). Na técnica não-supervisionada *K-means* obteve-se resultados consideráveis relacionado à diferenciação de tipos de vegetação e estrato arbóreo discriminando bem a porção de tensão ecológica e as classes de caatinga, enquanto, com o método *Isodata* ressaltou e diferenciou, sobretudo os vales dissecados da área de uso antrópico - agricultura de subsistência e/ou solo exposto. Para a classificação supervisionada, tendo esta como prerrogativa o conhecimento prévio da área de estudo, podendo escolher amostras e determinar quantas classes específicas a discriminar, teve como objetivo complementar às informações obtidas nos processamentos executados, tanto de classificações não-supervisionadas, quanto das técnicas de contraste realizadas. Desta forma, estes procedimentos técnicos-metodológicos



serviram de base para gerar o mapa de uso do solo e cobertura vegetal das Terras Indígenas Pankararé (FIGURA 3).

Posteriormente, para determinar a compartimentação geomorfológica fez-se necessário a utilização do Modelo Digital do Terreno que se trata de uma representação digital das

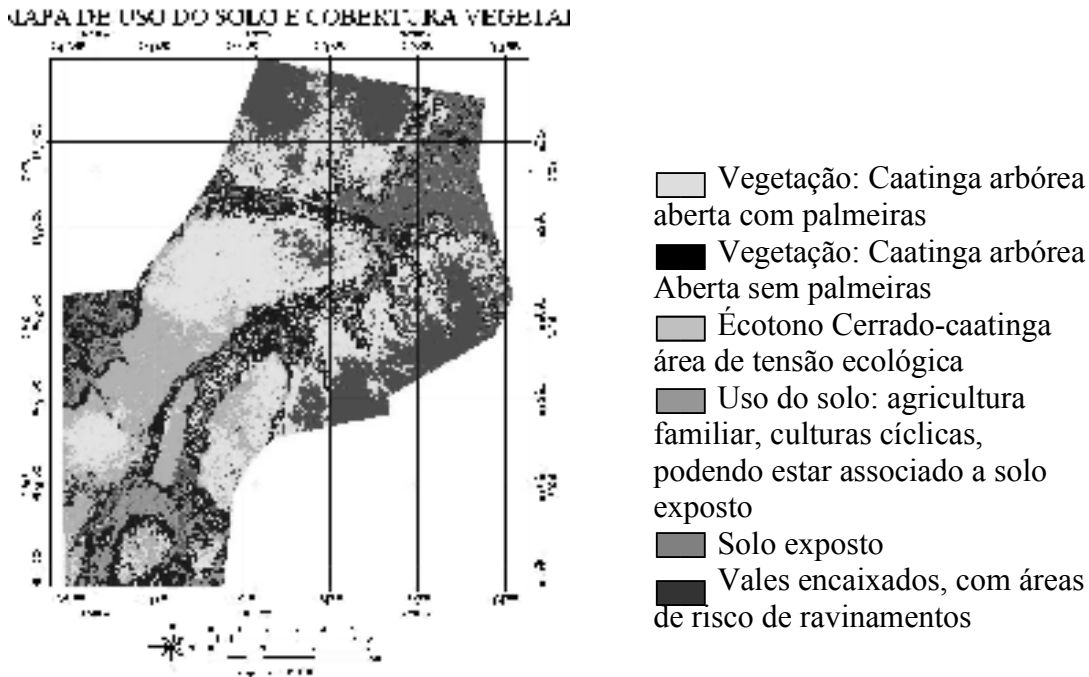


Figura – 3 Mapa (Carta-Imagem) de uso do solo e cobertura vegetal das Terras Indígenas Pankararé.

características topográficas de determinado espaço, a partir desse dado foi possível realizar a confecção dos seguintes mapas: declividade, feições topográficas, aspecto e *Hillshade* (sombreamento topográfico).

Relacionado ao mapa de declividade (Figura 4) tendo como base o modelo de classificação baseado em Ross (1990) percebeu-se uma presença bastante expressiva da classe muito fraca com declividade na ordem de até 3%, essa classe predomina em quase sua totalidade da área de tensão ecológica - Cerrado/ Caatinga (Écoto no) na porção central do mapa, sendo assim de vegetação nativa com restrita intervenção antrópica, esse fato pode ser explicado devido a rusticidade do ambiente. Outras classes de vegetação que se enquadram nesse grau de declividade são as Caatingas arbóreas aberta com e sem palmeiras, localizadas em altimetrias mais elevadas. O segundo grau de declividade fraca (3 a 6%), corresponde a





área de dissecação do relevo onde se concentra a rede de drenagem essencialmente de caráter torrencial dando a característica de ressaltos desgastados, com formas de topos planos ou ligeiramente convexizado. A parte mais íngreme desses ressaltos é representados por dissecação entre 6 a 12% sendo portanto de grau mediano, área mais propicia a processos de ravinamentos. Os outros graus de dissecação são muito pontuais sendo de difícil visualização nesta escala de observação. Analisando o mapa de sombreamento topográfico (*hillshade*) (Figura 5) pode-se observar 7 classes de sombreamento diferenciados proporcionando assim um melhor detalhamento topográfico. Na porção nordeste do mapa concentram-se as aglomerações urbanas, conseqüentemente o uso do solo se faz mais intensamente nessa área, com desenvolvimento de agricultura familiar, essencialmente de mandioca, feijão e milho, além de solo exposto. A porção mais a norte e sudeste concentra as maiores quotas altimétricas, ocorrendo vegetação do tipo Caatinga arbórea aberta sem palmeiras. Já na parte leste da área constitui uma área de Tensão ecológica. O mapa de aspecto (Figura 6) se apresenta com uma boa visualização, em terceira dimensão, proporcionando um realce nos vales encaixados da drenagem, e rugosidade de modo geral.

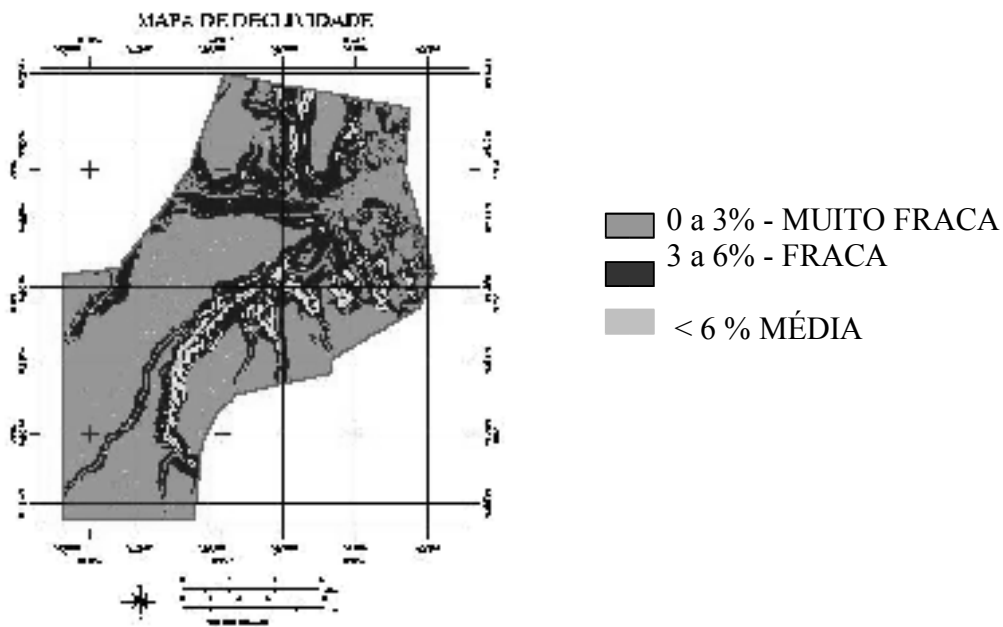


Figura – 4 Mapa de Declividade

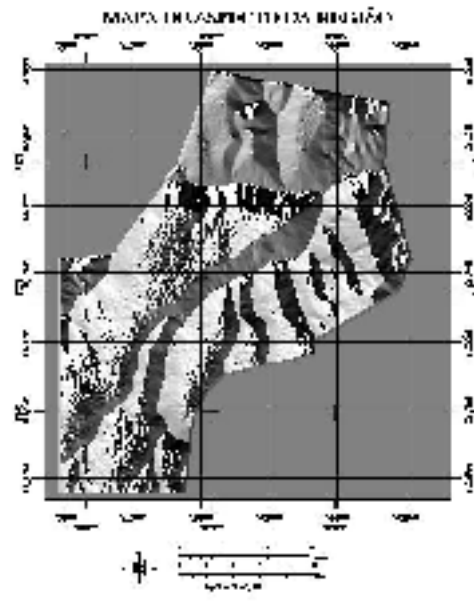
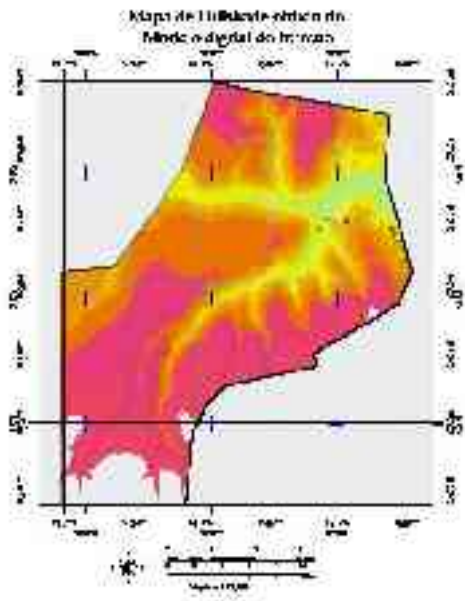


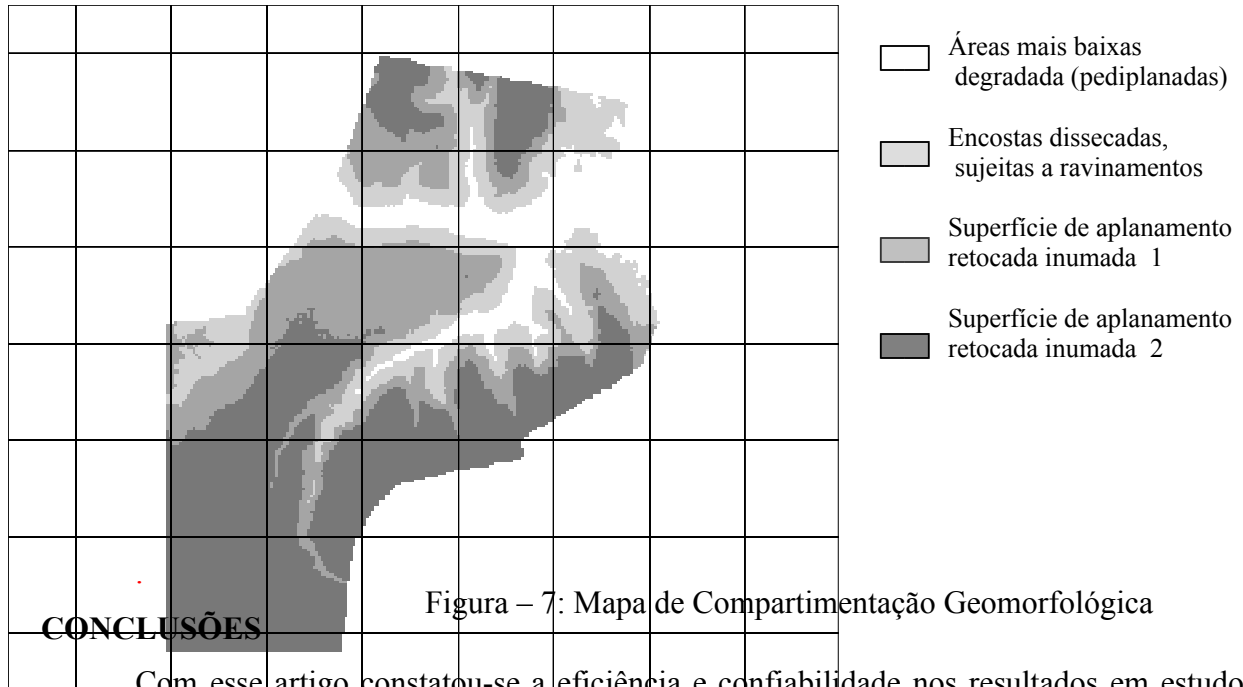
Figura - 5 Mapa de *Hillshade* (Sombreamento topográfico)

Figura- 6 Mapa de Aspecto.

Em mapeamento anterior com escala de detalhe pequena a área estudada foi dividida em apenas dois compartimentos em superfície de aplanamento retocada inumada com planos inclinados uniformes e superfície de aplanamento degrada inumada, feições planas inumadas (RDAMBRASIL 1983)

O mapa de compartimentação geomorfológica (Figura 7) teve como base principal o sombreamento topográfico, pois se conseguiu uma divisão significativa no que concerne à patamares altimétricos, foram discriminados 7 classes, que foram aliadas aos parâmetros de declividade podendo assim se ter uma visão mais detalhada do relevo. Foram separadas quatro compartimentos Geomorfológicos nas Terras Indígenas Pankararé:

- i) Vales em V com dissecação acentuada sujeita a ravinamentos;
- ii) Superfície de aplainamento retocada inumada 1, associada na porção central pela classe de Écoto no Cerrado- Caatinga e ao norte e sudeste por Caatinga Arbórea Aberta sem palmeiras;
- iii) Superfície de aplainamento retocada inumada 2, relacionada diretamente pela Caatinga Arbórea Aberta com palmeiras; e,
- iv) Porção (rebaixada) mais pediplanadas, caracterizada pelas aglomerações urbanas e o uso solo acentuado com agricultura familiar, tendo portanto uma maior fertilidade natural do solo. Nessa unidade observa-se também solo exposto associado.



Com esse artigo constatou-se a eficiência e confiabilidade nos resultados em estudos Geocientíficos, especificamente apoiado técnico-metodologicamente em Geotecnologias, pois além de proporcionar agilidade no processamento e geração de produtos em ambiente digital (mapas, tabelas, banco de dados), possibilitou um melhor entendimento. Outro fato que vale mencionar, é a não dissociação dos dados físicos com a realidade social que são trabalhados em Sensoriamento Remoto e SIG, assim como foi demonstrado nessa pesquisa, a qual procura de uma visão mais complexa dos fatores ambientes que estão relacionados com uma Comunidade Tradicional, neste caso o Povo Indígena Pankararé.

Com isso ficou evidenciado a possibilidade de integração de estudos empíricos com novas tecnologias propiciando, congregando uma gama maior de fatos verossímil que estão em constante atuação na Natureza, assim foram caracterizados quatro compartimentos geomorfológicos que estão em alto grau de similitude no que tange a distribuição espacial com relação com a cobertura vegetal e uso do solo. Ressalta-se, ainda, a importância da manutenção da cultura das comunidades tradicionais haja vista que essas comunidades já possuem uma história e experiência com o ambiente em que vivem, conseguindo desenvolver um relacionamento de extrema harmonia e sustentabilidade no ambiente onde vivem.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BANDEIRA, F. P. S. et alii, Diagnostico Etnoambiental Pankararé: Relatório Técnico FNMA. 2003),

CHAVES, Joselisa Maria Caracterização de litotipos com base em dados de radr de abertura sintética e sinergismo radar/sistema óptico

CROSTA. Álvaro P. Processamento Digital de Imagens de Satélites Editora UNICAMP Campinas, 1992

RADAMBRASIL. MME Folha 24/25 Aracaju/Recife. Rio de janeiro, 1983)

ROSS, Jurandir L. S. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento Editora Contexto.São Paulo 1990..

IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. Manual Técnico em Geociências No 5 Rio de Janeiro Brasil1995

ARGENTO. M. S. F. Mapeamento Geomorfológico in: Geomorfologia: Uma atualização de bases e Conceitos Editora Bertrand Brasil 4º ed, Rio de Janeiro 2001

LOBÃO, J.S.B., CHAVES, J.M., BANDEIRA, F.P.S. Avaliação Multi-temporal (1987 e 2001) etnoecológica do uso do solo na Terra Indígena dos Pankararés-BA. GIS BRASIL 2003. São Paulo. 2003. 1-10 p.