Copyright 2011-2012 © Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todos os direitos

Dados Catalográficos

XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR
Foz do Iguaçu – PR, 13 a 18 de abril de 2013

Publicado por:
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Gabinete do Diretor – (GB)
Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 – CEP 12.245-970
São José dos Campos – SP – Brasil
Tel.: (012) 3208-6923
Fax: (012) 3208-6919
E-mail: pubtc@sid.inpe.br

Sistema de Edição do Livro On-line, Inserção, Revisão e Biblioteca Digital
Gerald Jean Francis Banon

Capa dos Anais do XVI SBSR (Criação e Arte Final)
INPE/GCI

Imagens da Capa
Foz do Iguaçu, PR, Satélite ALI/EO-1 - Fonte INPE
Fotos Iguassu Convention & Visitors Bureau e Caio F. Coronel - 1981

Edição dos Arquivos no Formato PDF
TecArt Editora Ltda

Revisão Editorial
Marciana Leite Ribeiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

SI57a Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (16. : 2013 : Foz do Iguaçu, PR).
Anais do 16º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, PR, 13 - 18 de abril de 2013 / editado por José Carlos Neves Epiphanio, Lênio Soares Galvão, São José dos Campos , SP : MCT/INPE, 2013.
DVD + Internet
ISBN: 978-85-17-00065-2
Organização Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

1. Sensoriamento Remoto. 2. Sistemas Informações Geográficas (SIG). 3. Recursos naturais. 4. Meio ambiente. 5. Mapeamento. I. Epiphanio, J. C. N. II.Galvão, L. S. III. Título. IV. Anais do XVI SBSR.

528.711.7

Copyright © 2013 INPE

Aspectos geomorfológicos da bacia hidrográfica do rio Jaibaras - CE

Daniel Dantas Moreira Gomes[1]
Cynthia Romariz Duarte[1]
César Ulisses Vieira Veríssimo[1]
Cleyber Nascimento de Medeiros[2]
Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque[2]
Djenane Regina Maia de Lima[1]

[1] Universidade Federal do Ceará – UFC
Programa de Pós-Graduação em Geologia
Campus do Pici - Bloco 912
CEP 60455-760 - Fortaleza - CE
daniel.dm.gomes@gmail.com, cynthia.duarte@ufc.br, verissimo@ufc.br

[2] Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE
Gerência de Estatística, Geografia e Informação - GEGIN
Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N - Cambeba - CEP: 60.839-900 - Fortaleza - CE
cleyber.medeiros@ipece.ce.gov.br, bergalbu@yahoo.com.br

Abstract. The relief is an important determinant of the use and occupation of space, where the man lives in support of natural and social interactions. The river basin Jaibaras located in the north central portion of the State of Ceará, bathing nine counties, is an important subbacia the river basin Acarau. For the analysis of natural resources was considered a watershed as the territorial unit for the development of the study, basing themselves on the basis of theoretical and methodological in general systems theory and analysis geosistêmica were evaluated in their processes of evolution. Using techniques of remote sensing and GIS was taken into consideration the territorial dynamics. With the analysis of landscape were established five categories of media morphodynamic, and considering the vegetation cover of the landscape as a stabilizing factor, thus enabling to determine the degree of vulnerability of each subsystem. The river basin has a Jaibaras landscape diversity that directly reflect the conditions governing their use and occupation, these differences were compartmentalized into four environmental systems, Deposits Quarternários, Depression Country, Solid Waste and Plateau Sedimentary Ibiapaba, and these systems were subdivided into ten subsystems, each with its natural characteristics that possess a certain degree of homogeneity physiognomic, and subject to the conditions of use and occupation, setting the main environmental impacts in the basin.

Palavras-chave: watershed, remote sensing, geomorphology, bacia Hidrográfica, sensoriamento remoto, geomorfologia.

1. Introdução

A Geomorfologia funciona como principal critério para a caracterização geoambiental e delimitação de Sistemas Ambientais, já que possui um caráter de síntese das particularidades e interações peculiares do ambiente. Além disso, o relevo é também um relevante condicionante do uso e da ocupação do espaço.

Casseti (1995) considera o relevo um componente do estrato geográfico no qual o homem vive como suporte das interações naturais e sociais. É um produto do antagonismo entre as forças endógenas e exógenas, de grande interesse da Geografia como objeto de estudo, por ser no relevo que se refletem as interações naturais e culturais.

Para se analisar as mudanças ambientais impetradas pelo homem, é preciso entender que tudo começa a partir da necessidade dele (o homem) ocupar certo espaço, este explícito pelo relevo. A ocupação dessa parcela do relevo, tanto como suporte, quanto como recurso, conseqüentemente, culminará em modificações do estado inicial ou primitivo (desmatamento, poluição, manejo inadequado do solo, entre outros), gerando alterações da exploração biológica, as quais se refletirão diretamente no potencial ecológico.

Ab'Saber (1969) apresenta os níveis de integração da análise geomorfológica fundamentado em exaustivas atividades de pesquisa de campo e gabinete e propõe como subsídio metodológico, os seguintes níveis de abordagem:
- a compartimentação topográfica: consiste na caracterização precisa das formas de relevo de cada compartimento analisado; refere-se à identificação de unidades geomorfológicas (análise horizontal);
- estrutura superficial da paisagem: análise das formações superficiais derivadas dos processos paleoclimáticos e morfoclimáticos que atuaram na formação dos compartimentos topográficos, proporcionando o entendimento cronogeomorfológico dessas unidades;
- fisiologia da paisagem: trata dos processos morfoclimáticos em atuação, estabelecendo a funcionalidade da paisagem como um todo, baseada no comportamento dos elementos do clima, motores da morfodinâmica atual; nesse nível insere-se o homem como sujeito que se apropria da paisagem, modificando as relações entre as forças de ação (processos morfodinâmicos) e reação do substrato (comportamento das vertentes).

2. Materiais e Métodos

Foram empregada imagem do satélite LANDSAT 5, sensor TM, orbita ponto 218/63, que apresenta um pixel de 30 metros nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 e recobrem a área de estudo, datada de 02/11/2009, foram obtidas no catálogo de imagens do INPE-Brasil (2009), podem ser visualizadas na Figura 01.

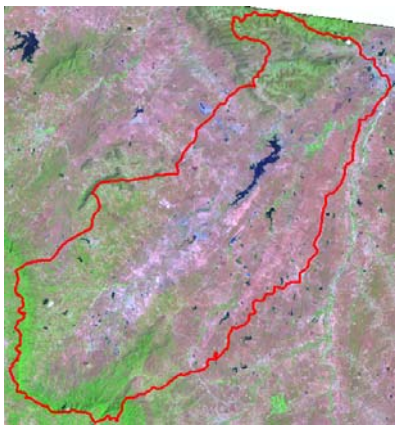

Figura 01 - Composição RGB 543 das Imagens TM/LANDSAT-5, datada de 02/11/2009 (c), com os limites da área em estudo.

Foram adquiridos no site da NASA - National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica, <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>), duas imagens "geocover" no formato Mrsid, que serviram como referência para registrar/georreferenciar as imagens orbitais da área em estudo. As cenas "geocover" possuem um pixel de 14,5 metros e são ortorretificadas, possibilitando assim referência espacial e precisão planimétrica de até 1:100.000 na execução do registrar/georreferenciar das cenas LANDSAT 5.

Foram adquiridos no site INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>, cenas SRTM - Shuttle Radar Topography Mission com o objetivo de recolher referências altimétricas da bacia em estudo, foram utilizadas as cartas, 03_42_ZN, 04_42_ZN, 03_405_ZN, 04_405_ZN.

Para auxílio do desenvolvimento e atualização dos dados geológicos e geomorfológicos foram adquiridos no site do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <http://www.ibge.gov.br/home/>, cenas satélite japonês ALOS (Advanced Land Observing

Satellite), no sensor PALSAR, que é um radar imageador, que funciona com um sistema de abertura sintética operando na banda L, sendo utilizadas as seguintes senas: ALPSRP129967100, ALPSRP129967110 e ALPSRP140177110, com resolução de 30 metros.

O mapa temático de declividade foi gerado a partir do MNT de altimetria da variável ZN do TOPODATA. As cartas 03_42_ZN, 04_42_ZN, 03_405_ZN, 04_405_ZN foram mosaicados cobrindo toda à área da bacia, que se encontra na interseção das quatro cartas, mantendo a integridade correta para os processamentos de geração dos produtos (figura 02).

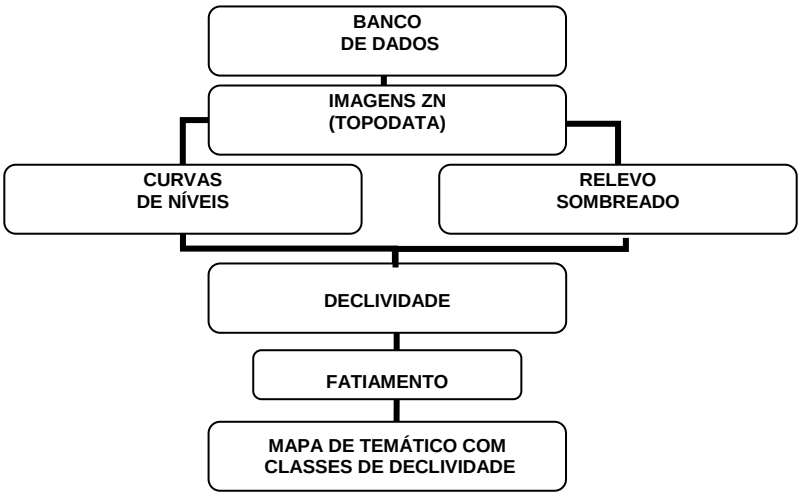

Figura 02 – Esquema metodológico usando o MNT para a variável ZN do TOPODATA

A imagem de relevo sombreado foi gerada a partir de uma grade regular sobre a qual foi aplicado um modelo de iluminação, a grade utilizada foi a variável ZN do TOPODATA, sendo executado esse procedimento no SPRING 4.3.3. Foi utilizada a ferramenta geração de imagens no menu MNT, e foram geradas três opções de relevo sombreado, sendo utilizados como parâmetros de iluminação 135º, 120° e 90° graus de azimute, 45º, 20° e 90° graus de elevação e 10, 10 e 50 metros de exagero de relevo, possibilitando uma visão próxima da realidade criando uma superfície tridimensional a partir de uma exibição bidimensional da mesma, essas imagens geradas foram determinantes para compartimentação do relevo e para o auxílio do desenvolvimento de toda a cartografia da área em estudo.

As isolinhas são curvas que unem entre si pontos da superfície que tenham o mesmo valor de cota isovalor, possibilitando analisar as variações de cota, elas foram geradas levando em consideração a SRTM TOPODATA, na aba MNT, utilizado a ferramenta geração de isolinha, foi escolhido a função gerar em arquivo, sendo a entrada dos dados do tipo grade estabelecendo um passo fixo, possuindo uma variação de equidistância de cota de 50 em 50 metros, cota padrão de mapeamento de 1:100.000.

A declividade objetiva avaliar a inclinação da superfície do terreno levando em consideração um plano horizontal, é baseado em cima de um modelo numérico do terreno (MNT) da SRTM TOPODATA, foi processada na forma de gradiente sendo a taxa máxima de variação do valor de elevação calculada em graus (°), para determinar as classes de declividade foi utilizado a metodologia proposta por Crepani (2008), servindo para o mapeamento na escala de 1:100.000. Foi gerada no SPRING utilizando a aba MNT com a ferramenta Declividade, onde o dado de entrada foi o formato grade, a saída declividade e a unidade de medida foi em graus, foi preciso modificar da categoria no modelo de dado de MNT e salvar em Declividade.

3. Resultados e Discussão

Os aspectos geológicos e geomorfológicos são muito importantes, pois permitem conhecer a área de estudo levando em consideração a sua estrutura, os fatores de formação endógenos, e os fatores exógenos, determinando assim o modelado do relevo e a dinâmica da superfície.

A bacia hidrográfica do rio Jaibaras está inserida no Graben de Jaibaras, pertencendo ao extremo noroeste da província Borborema, limitando-se ao oeste com a bacia paleozóica do Parnaíba e ao sul, com o Craton do São Francisco, fazendo parte assim, do arcabouço estrutural do domínio noroeste do Ceará, compreendendo uma arquitetura de Horts e Grabens separadas por zonas de cisalhamento antigos e profundos (Torquato e Nogueira Neto, 1996). Possui em seus processos de formação e extensão associados à fissão do Panotia (LIMA e FONTES, 1999), sendo assim, responsável pela formação de bacia intracratônicas e pela ocorrência de atividades plutônicas intensas, formando rochas extrusivas e corpos graníticos diversos.

Segundo Schobbernhau et al. (1984) a Província da Borborema possui uma gênese relacionada à orogênese Brasiliana, sendo um importante evento tectônico na evolução geológica do Brasil. Para Brito Neves etal. (1995) o lineamento transbrasiliano corta o Brasil do Centro-oeste ao Nordeste, sendo uma larga zona de cisalhamento que possui direção SW-NE, na bacia hidrográfica do rio Jaibaras o lineamento transbrasiliano recebe o nome de falha Sobral-Pedro II.

Souza (2000) estabeleceu as unidades geomorfológicas para o Estado do Ceará (subcompartimentação regional do relevo), analisando os fatores que colaboraram para a sua formação, como a estrutura geológica, as diferenciações petrográficas (quanto à origem e transformações das rochas), a evolução paleogeográfica, além das derivações locais de clima e vegetação que incidem na evolução morfogenética, levando em consideração os critérios de classificação das unidades geomorfológicas para os estado e as imagens LANDSAT 5, a bacia hidrográfica do Jaibaras foi subcompartimentada em: Alvéolos, Planícies Fluviais, Supercície Pediplanada Parcialmente Dissecada, Supercície Pediplanada Parcialmente Dissecada, Cristas Residuais, Vertente Seca da Meruoca, Vertente Úmida da Meruoca, Planalto da Ibiapaba, Depressão Periférica da Ibiapaba / Superfície Dissecada Escarpa de Ibiapaba como pode ser observado no quadro 01 e no mapa de compartimentação do relevo representado na figura 03.

Quadro 01 - Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Jaibaras.

MACRO COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS
Depósitos Quaternários	Alvéolos	Superfícies de acumulação
	Planícies Fluviais	Superfícies de acumulação
Depressão Sertaneja	Supercície Pediplanada Parcialmente Dissecada	Superfície de erosão
	Supercície Pediplanada Dissecada	Superfície de erosão
Maciços Residuais	Cristas Residuais	Superfícies de dissecação
	Vertente Seca da Meruoca	Superfícies de dissecação
	Vertente Úmida da Meruoca	Superfícies de dissecação

Planalto Sedimentar da Ibiapaba	Planalto da Ibiapaba	Superfície de erosão
	Depressão Periférica de Ibiapaba / Superfície Dissecada	Superfícies de dissecação
	Escarpa de Ibiapaba	Superfícies de dissecação

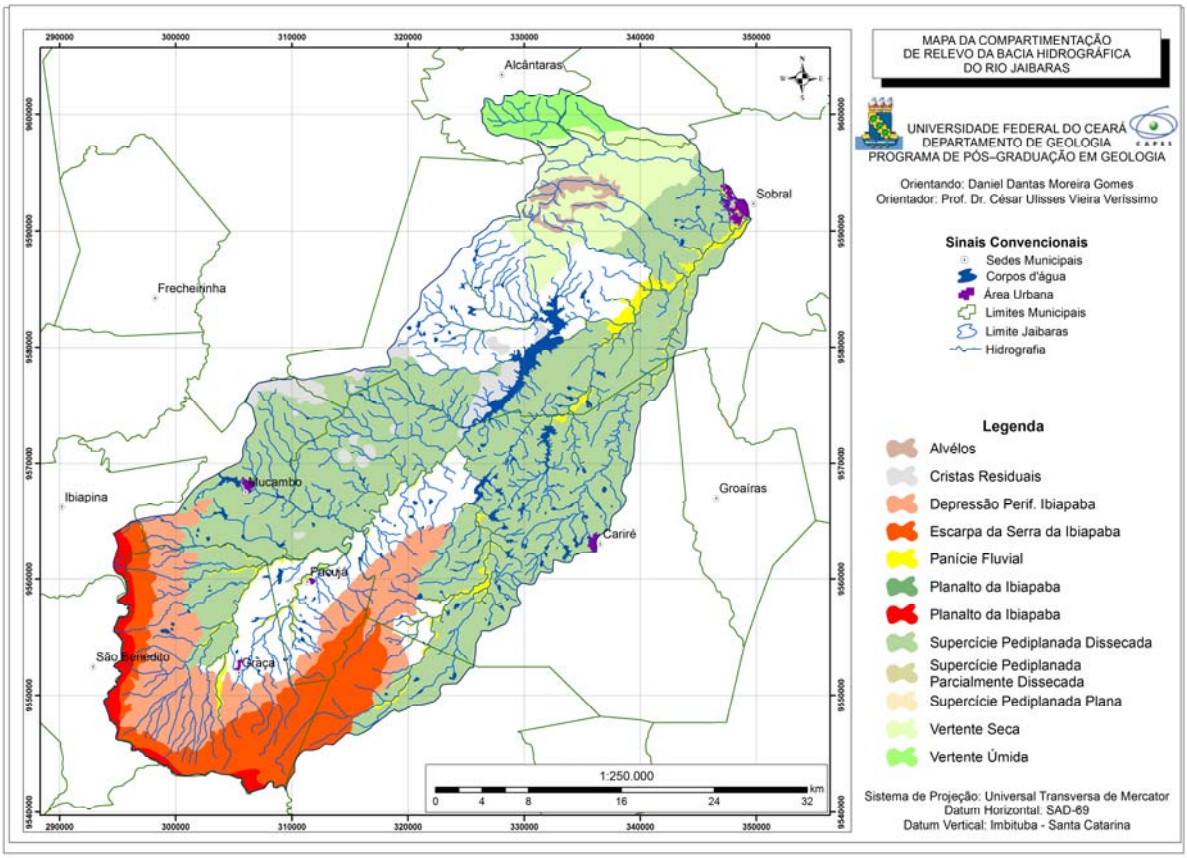

Figura 03 – Mapa de compartimentação do relevo.

A compartimentação geomorfológica foi elaborada segundo adaptação da metodologia aplicada ao tema Geomorfologia pelo Projeto Radambrasil (1981), levando em consideração a evolução das formas, podendo assim classificar em superfícies de acumulação, de dissecação e erosivas.

As Planícies Fluviais são áreas planas resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, bordejando as calhas dos rios. Possuem dimensões expressivas a partir do médio e baixo curso dos rios, quando os sedimentos aluviais têm menor calibre.

Essas planícies são fortemente utilizadas nas atividades agroextrativistas, pois significam áreas de diferenciação geoambiental por apresentarem condições melhores quanto às características edafopedológicas e hidrológicas em relação ao domínio das depressões sertanejas (GOMES, 2011b).

Os maciços residuais e o Planalto Sedimentar da Ibiapaba são áreas serranas dispersas pelas depressões sertanejas com extensões variadas, onde o relevo assume topografias onduladas até formas escarpadas e as altitudes oscilam entre 650 – 900 metros, podendo ser observadas no mapa altimétrico da bacia (Figura 4). Tais formas de relevo modificam o contexto das superfícies rebaixadas dos sertões, as quais se constituem de formas fortemente dissecadas em feições de cristas em rochas do embasamento cristalino.

Apesar do contraste existente entre as serras e os sertões não apenas no tocante à topografia do relevo, mas também às conotações mais amplas do ponto de vista ecológico e do uso da terra, as características morfoclimáticas das serras não se assemelham às condições predominantes nos sertões.

Pela disposição das vertentes da Serra da Meruoca, a topografia do relevo é marcada por declives íngremes e com intensas limitações geoambientais ao uso agrícola, em função do relevo dissecado, dos solos rasos como os Neossolos Litólicos e afloramentos de rochas, além da pobreza relativa das condições hidrológicas de superfícies e sub-superfície.

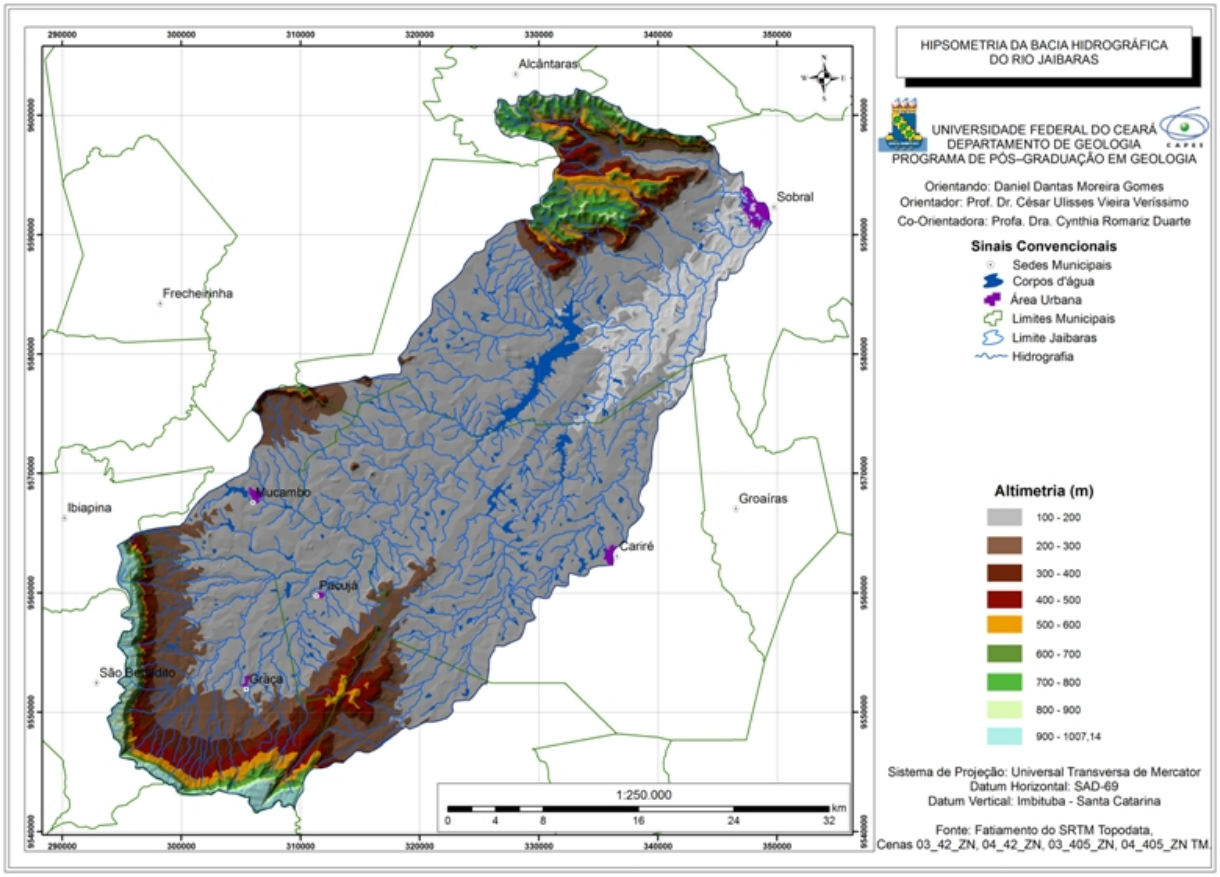

Figura 4 – Mapa da hipsometria da bacia.

Embutidos nas encostas da Serra da Meruoca, na forma de secções alargadas de fundo de vale, verificam-se a existência de Alvéolos, originados pelo entulhamento de sedimentos aluviais e coberturas coluviais. Na base das escarpas, os sedimentos coluviais transportados pela erosão em lençol do escoamento superficial, ou por efeito da gravidade, normalmente encontram-se acumulados, formando os Alvéolos (GOMES, 2011).

As Depressões Sertanejas Semi-Áridas abrangem a maior parcela do território da bacia hidrográfica do rio Jaibaras. Envolvem terrenos de topografia variada, compartimentados de acordo com o índice de dissecação do relevo em superfícies pediplanadas parcialmente dissecadas e dissecadas. Possuem altimetria modesta que, normalmente, não ultrapassa os 400 metros. Ocorrem com freqüência embutidas entre maciços residuais e os planaltos sedimentares. Apresenta acentuadas diversificações litológicas (predomínio do Pré-Cambriano Superior), amplamente submetidas às condições semi-áridas quentes, com forte irregularidade pluviométrica.

São vastas as superfícies de aplainamento, onde o trabalho erosivo truncou as diversas rochas constituintes, ora dissecando, ou rebaixando os setores de litologias mais fracas.

Atribuí-se a esse processo a origem de Cristas Residuais, em formas alongadas e isoladas em meio à depressão sertaneja.

Apresenta mosaico de solos com grande variedade em associação de Planossolos, Vertissolos, Neossolos Litólicos e Argissolos, sendo comuns os solos rasos, afloramentos rochosos, chãos pedregosos e campos de inselbergs, extensivamente recobertos por diversos padrões fisionômicos e florísticos de Caatingas fortemente degradadas.

Há o predomínio das atividades agropecuárias, mas há uma alta vulnerabilidade às secas periódicas devido ao potencial de recursos hídricos deficitários durante quase todo o ano e o estado atual de conservação dos solos e da vegetação, onde os efeitos da degradação generalizada podem conduzir a casos evidentes de desertificação.

4. Conclusões

A bacia hidrográfica do rio Jaibaras possui uma diversidade paisagística que refletem diretamente nas suas condições de uso e ocupação. Essas diversidades foram compartimentadas em quatro sistemas ambientais, Depósitos Quarternários, Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e Planalto Sedimentar de Ibiapaba, e esses sistemas foram subdivididos em dez subsistemas, Alvéolos; Planícies Fluviais; Superfície Pediplanada Parcialmente Dissecada; Supercície Pediplanada Dissecada; Cristas Residuais; Vertente Seca da Meruoca; Vertente Úmida da Meruoca; Planalto da Ibiapaba; Escarpa de Ibiapaba e Depressão Periférica de Ibiapaba. Vale salientar que cada um desses subsistemas ambientais reflete suas características naturais que possuem certo grau de homogeneidade fisionômica, sendo observadas as condições de uso e ocupação, configurando os principais impactos ambientais na bacia, como foi retratado anteriormente em cada subsistema ambiental.

Nesse sentido, a utilização de ferramentas como o geoprocessamento e o sensoriamento remoto tiveram destaque no levantamento, armazenamento, cruzamento e análise dos dados e informações sobre os componentes ambientais e de uso da terra da bacia hidrográfica, e possibilitou uma análise de toda sua extensão territorial, bem como do trabalho de campo, que foi fundamental para execução de todo os levantamentos dos recursos naturais da bacia.

Agradecimentos

Os autores agradecem às seguintes instituições: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES; ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará - UFC; ao Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE.

Referências Bibliográficas

Ab'Saber, A.N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**. In: Geomorfologia. n° 18, IG-USP, São Paulo, 1969.

Casseti, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto. 2. ed. 1995.

Crepani, E. et al. **Banco de Dados Geográficos dos Municípios de Gilbués e Monte Alegre do Piauí (Pi) (Municípios Pertencentes ao Núcleo de Desertificação de Gilbués).** São José dos Campos: INPE, 2008

Gomes, D. D. M. **Geoprocessamento Aplicado a Análise da Vulnerabilidade à Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Jaibaras – Ceará.** 2011. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 131 p.

Gomes, D. D. M.; Mendes, L. M. S.; Medeiros, C. N. DE; Verissimo, C. U. V. **Análise Multitemporal do Processo de Degradação da Vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaibaras no Estado do Ceará**. Revista Geografia Ensino & Pesquisa, Vol. 15, n. 2, 2011b, 41-62 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Alos. Rio de Janeiro: IBGE, 2010 Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/alos>. Acesso em: nov. 2012.

INPE. Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais. **Manual do sistema de processamento e informações georreferenciadas - Spring 4.**3. São José dos Campos: INPE, 2008. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html. Acesso em: Abril de 2012.

Lima, J.P.R.; Fontes, S. L. **Caracterização geoelétrica das principais feições tectono estruturais da parte sudeste da Bacia do Parnaiba**. VII Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Bahia, 84-87, 1999.

Torquato, J. R & Nogueira Neto, J. A. **Historiografia da região de dobramento do Médio Coreaú**. Revista Brasileira de Geociências, 1996.

Souza, M.J.N. de. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará**. In: LIMA, L.C.;

Souza, M.J.N. de.; Morais, J.O. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000.

Shobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Derze, G. R.; Asmus, H. E. **Geologia do Brasil**. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área Oceânica Adjacente incluindo depósitos minerais. Escala 1:2.500.000. DNPM, Brasília, 1984, 501p.