

A COBERTURA VEGETAL E SUA IMPORTÂNCIA NA ANÁLISE MORFODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ – NORDESTE DO BRASIL/ PARAÍBA

Nadjacleia Vilar Almeida
UFF/PPGG/UFPB-Campus IV
nadjageo@gmail.com

Sandra Baptista da Cunha
UFF/PPGG
sandracunha@openlink.com.br

Flávio Rodrigues Nascimento
UFF/PPGG
flaviorn@yahoo.com.br

EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS, PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL

Resumo

Ancorada na análise integrada da paisagem, a pesquisa tem como objetivo avaliar a importância da cobertura vegetal para a estabilidade geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá (BHRT) – Nordeste do Brasil -PB. O suporte metodológico foi dado pelo estudo morfodinâmico dos diferentes tipos de cobertura vegetal. Usou-se, como procedimento técnico o processamento digital de imagens de satélite (TM LANDSAT 5, bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), onde foram executados os cálculos de radiância, reflectância, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada-NDVI e do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo-SAVI para o dia 13 de janeiro de 2009. Em seguida foi realizada a classificação das imagens do NDVI e SAVI. Para cada de tipo cobertura vegetal foram atribuídos valores de vulnerabilidade de acordo com a capacidade de proteção dessa cobertura aos processos de erosão do solo. A partir da análise da imagem gerada com o NDVI foi possível identificar 5 classes de cobertura vegetal. Foi observado que a vegetação Arbustivo-Arbórea Fechada ocupa 35% da área da BHRT correspondendo aos setores com baixa estabilidade. O resultado do cálculo de vulnerabilidade das fisionomias vegetais nas categorias ecodinâmicas mostrou que 48% da área da BHRT oscila entre a média estabilidade e a instabilidade.

Palavras-chaves: Análise geoambiental, NDVI e Vulnerabilidade

Abstract

Anchored in integrated analysis of the landscape, the research aims to assess the importance of vegetation cover to stability the Basin of the River Taperoá (BHRT) - Brazil's Northeast -PB. The methodological support was given by the study morphodynamic of different types of vegetation cover. It was used, as technical procedure the digital processing of satellite images (LANDSAT TM bands 5, 1, 2, 3, 4, 5 and 7), where they were executed the calculations of radiance and reflectance, Vegetation Index of Difference Normalized-NDVI and the Vegetation Index Adjusted for the Effects of Soil-SAVI for the day January 13, 2009. That's why performed to the classification of the images of NDVI and SAVI. For each type of plant cover values have been assigned to vulnerability in accordance with the capacity to protect this coverage to the processes of soil erosion. From the analysis of the image generated with the NDVI was possible to identify 5 classes of vegetation cover. It was observed which the vegetation and Shrubs Closed occupies 35% of the area of BHRT corresponding to sectors with low stability. The result of the calculation of vulnerability of vegetation on the ecodynamic categories showed that 48% of the area of BHRT oscillates between the average stability and instability.

Key-words: Geo environment analysis, IVDN and vulnerability

Introdução

A presente pesquisa está ancorada na visão sistêmica e na análise integrada da paisagem. Uma abordagem sistêmica e integrada do meio ambiente em detrimento da visão setorializada implica na adoção de uma unidade que permita integrar e avaliar os diversos componentes e os processos que ocorrem no sistema, possibilitando assim, a gestão dos recursos naturais. É neste contexto que as bacias hidrográficas enquanto células básicas de análise ambiental se constituem como excelentes unidades de gestão e planejamento, possibilitando avaliar de modo integrado às ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, por exemplo.

A vegetação é um importante indicador geoambiental, pois sofre influência dos fatores climáticos, edafológicos e bióticos. Exerce importante papel na estabilização dos geoambientes, visto que protegem o solo dos processos erosivos, facilita a distribuição, infiltração e acúmulo das águas pluviais e influencia nas condições climáticas do ambiente.

Nos estudos morfodinâmicos a cobertura vegetal assume um papel de destaque atuando como elemento estabilizador. Algumas variáveis (clima, geologia, geomorfologia, solo) podem sofrer o efeito da alteração na cobertura vegetal. A exemplo, no momento que são feitas alterações na cobertura vegetal, direta ou indiretamente impacta-se o ciclo hidrológico, pois a capacidade de infiltração e acumulação natural desse recurso nas zonas de alteração, nos aquíferos e conseqüentemente sua capacidade de alimentar as plantas, animais e os homens são reduzidos; modifica-se também a pedogênese aumentando a possibilidade de erosão pluvial pela falta da interceptação das gotas da chuva e aumento de sua energia potencial.

Não obstante, observa-se uma estreita relação entre a cobertura vegetal e a morfodinâmica. A teoria da ecodinâmica “considera como indicador de estabilidade do sistema a ação dos processos morfogenéticos e pedogenéticos na esculturação do relevo”. Como destaca Moreira (2009, p.59), por intermédio dessa relação tríplice (biocenose-morfogênese-pedogênese) “constitui-se a estabilidade-instabilidade do meio ambiente, a vegetação agindo como componente ecodinâmico fundamental do equilíbrio ambiental na superfície terrestre, por meio da fitoestasia”.

Levando em consideração tais pressupostos Tricart (1977) distinguiu três grandes tipos de meios ecodinâmicos ou morfodinâmicos: os meios estáveis, os meios integrados (intermediários) e os meios instáveis. Em resumo as categorias morfodinâmicas proposta por Tricart (1977), adaptadas para Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá - BHRT possuem as seguintes características:

- **Meios ecodinâmicos estáveis:** cobertura vegetal de caatinga densa, dissecação do relevo moderada, solos mais profundos e baixos valores de intensidade pluviométrica;
- **Meios ecodinâmicos intergrades:** balanço entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas;
- **Meios ecodinâmicos fortemente instáveis:** condições bioclimáticas agressivas, com ocorrências de variações fortes e irregulares de ventos e chuvas (altos valores de intensidade pluviométrica); relevo com vigorosa dissecação, presença de solos rasos, cobertura vegetal de caatinga espaça e presença de intensa atividade socioeconômica.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a cobertura vegetal, a partir da análise morfodinâmica para classificar a estabilidade geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá – BHRT.

A bacia hidrográfica do rio Taperoá (BHRT) está localizada na parte central do Estado da Paraíba na região semiárida, entre as coordenadas geográficas 35°00'00'' e 37°15'00'' de longitude Oeste e 6°50'00' e 7°35'00'' de latitude Sul. Engloba territórios de 25 municípios. O rio principal é o Taperoá, cujo regime é intermitente, nasce na serra do Teixeira e deságua no açude público Eptácio Pessoa (Figura 1).

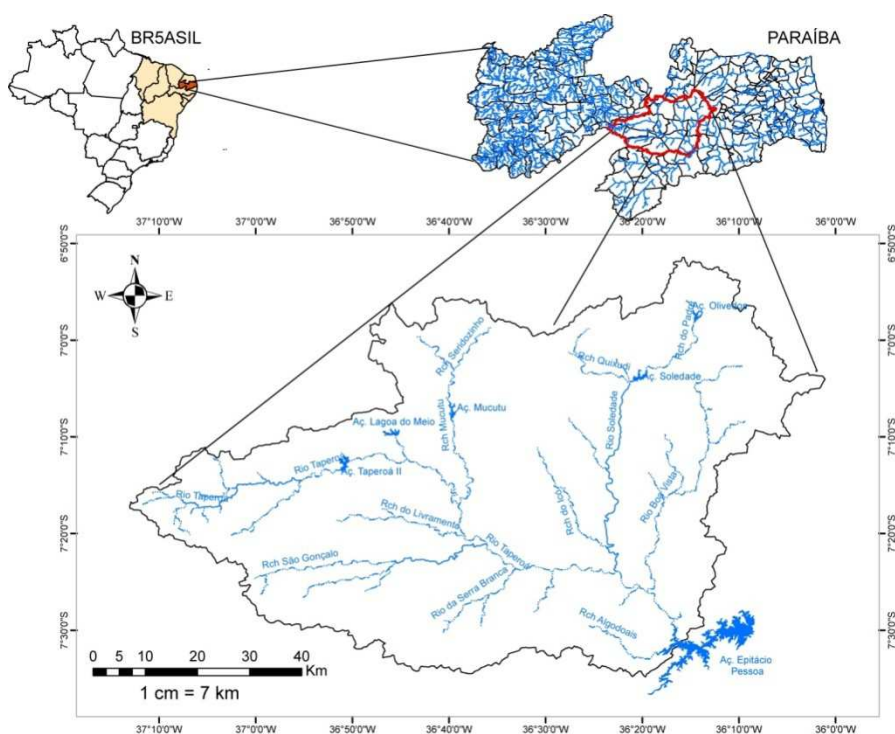


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Taperoá.

Metodologia

Para confecção do mapa de cobertura vegetal da BHRT, além da interpretação da imagem multiespectral do satélite Landsat 5 TM (*Thematic Mapper*), bandas 1 (0,45 – 0,52 μm), 2 (0,53 – 0,61 μm), 3 (0,63 – 0,69 μm), 4 (0,76 – 0,90 μm), 5 (1,55 – 1,75 μm), e 7 (2,08 – 2,35 μm) com resolução espacial de 30mx30m datada do dia 13 de janeiro de 2009, foram realizados trabalhos de verificação *in locu* com o GPS - Sistema de Posicionamento Global, para verificar e validar o mapeamento. A imagem tem identificação pela órbita/ponto 215/065 e foi adquirida através da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE.

Para escolha da data da imagem de satélite, utilizadas no mapeamento da cobertura vegetal, seguiu-se o critério proposto por Souza (2008). As imagens de satélite do período chuvoso (fevereiro a junho) apresentam grande quantidade de nuvens dificultando a visualização e interpretação, já as imagens da estação seca (setembro a dezembro), apesar da presença de poucas nuvens, quando

utilizadas para mapeamento da cobertura vegetal sofrem influência do background do solo, pois devido às características intrínsecas da caatinga de perder a massa foliar neste período proporciona maior refletância dos solos podendo confundir ou mascarar as interpretações. Assim, optou-se por adotar a imagem do mês de Janeiro de 2009 em que foram registrados 59,4 mm de chuva na BHRT, correspondendo ao período de transição entre a estação seca e a chuvosa (fim do período seco e início do período chuvoso), possibilitando melhor caracterização das fisionomias vegetais

No pré-processamento da imagem foi realizado o empilhamento de todas as bandas na composição RGB 234 de forma que obtivesse a imagem na cor verdadeira e fez-se a correção geométrica com base numa imagem ortorretificada adquirida no site da Global Land Cover (<http://glcf.umiacs.umd.edu/>) datada de 12/11/2000. Em seguida fez-se o recorte da imagem a partir do vetor da área da BHRT. Igualmente, foram executados os cálculos de radiância, reflectância, Índice de Vegetação da Diferença Normalizada-NDVI e do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo-SAVI.

A calibração radiométrica é o processo de conversão do Número Digital - ND de cada pixel da imagem, em radiância espectral monocromática L_{λ} . Para as bandas reflectivas do Landsat 5 – TM, quais sejam: canais 1, 2, 3, 4, 5 e 7, essas radiâncias monocromáticas representam a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo sólido e por unidade de comprimento de onda, porém medida em nível da órbita do Landsat, que é da ordem de 705 km de altura (SILVA, 2009). A calibração radiométrica é importante, pois a “quantidade e a distribuição espectral do fluxo radiante refletido pelo dossel vegetal é influenciado pelo tipo de vegetação presente” (JENSEN, 2009, p.368).

Em seguida estimou-se a refletância espectral planetária em cada banda que se refere à razão entre fluxo emergente da atmosfera e o fluxo incidente no seu topo, na região e banda espectral analisada (SILVA, 2009).

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*) é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo (IV ρ) e do vermelho (V ρ), e a soma das mesmas. A fórmula para o cálculo do NDVI de acordo com Jensen (2009) é a seguinte:

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{red} + \rho_{nir}}$$

onde ρ_{nir} e ρ_{red} correspondem, respectivamente, às bandas 4 e 3 do Landsat 5-TM.

O NDVI é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde. Seus valores variam de -1 a +1 e, para superfícies com alguma vegetação, o NDVI varia de 0 a 1; para a água e nuvens, o NDVI é, geralmente, menor que zero. O emprego do NDVI é importante devido sua capacidade de reduzir muitas formas de ruídos multiplicativos (diferença de iluminação solar, sobre de

nuvens, algumas atenuações atmosféricas, algumas variações topográficas) presentes em múltiplas bandas de imagens de múltiplas datas (JENSEN, 2009, p.388).

Estudos especializados demonstram a instabilidade de alguns produtos do NDVI que podem variar em função da cor do solo e com suas condições de umidade, e com efeitos da função da distribuição de reflectância bidirecional. Assim, no intuito de comprovar e comparar os dados do NDVI foi empregado um índice melhorado que incorpora um fator de ajuste para os solos, trata-se do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (Soil Adjusted Vegetation Index – SAVI).

O SAVI foi desenvolvido a partir de uma modificação do NDVI para corrigir a influência do brilho do solo. O SAVI possui estrutura similar ao NDVI, mas com a adição de um fator de ajuste para o substrato do dossel expresso a partir da Equação (JENSEN, 2009):

$$SAVI = \frac{(1 + L)(\rho_{nir} - \rho_{red})}{(L + \rho_{nir} + \rho_{red})}$$

onde ρ_{nir} é o valor de reflectância da banda do infravermelho próximo, ρ_{red} é reflectância da banda vermelha, e L é o fator de correção do brilho do solo. A constante L , pode apresentar valores de 0 a 1, variando segundo a própria biomassa.

Segundo Huete (1988) *apud* Ponzoni e Shimabukuro (2010), os valores ótimos de L são:

$L = 1$ (para baixas densidades de vegetação)

$L = 0,5$ (para médias densidades de vegetação)

$L = 0,25$ (para altas densidades de vegetação)

O fator $L = 0,5$ é mais comumente utilizado, uma vez que engloba maior variação de condições de vegetação. O valor indicado, para a constante L do SAVI foi 0,5 por representar densidades médias de vegetação, como é o caso da área de estudo, (PONZONI, SHIMABUKURO, 2010). A nova imagem gerada a partir do SAVI possui valores que variam de -1 a 1. Quanto menor o valor, menor a quantidade de cobertura de vegetação verde.

Após exaustivo processo comparativo entre diversos números de intervalos, as imagens do NDVI e SAVI foram classificadas em 15 intervalos espectrais.

Em seguida foi realizada a segmentação das imagens NDVI e SAVI pelo *Método de Regiões*. Este processo de segmentação rotula cada "pixel" como uma região distinta para uma posterior classificação. A classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Com fins à classificação digital da imagem foram divididos os usos em classes diferentes, identificados a partir da interpretação da imagem. O tipo de classificação utilizada foi a supervisionada que usa assinaturas espectrais (coletadas pelo pesquisador) das categorias utilizadas na classificação. Em segundo lugar, associa-se a cada pixel a assinatura espectral mais similar. Após a classificação é feita a validação das classes mapeadas com as informações coletadas no campo e feita a edição final.

No caso específico da BHRT, ao proceder as análises verificou-se que os níveis do NDVI variaram entre -1,50 a 0,81 com valor médio de 0,23 e concentração entre os valores 0,14 e 0,28 (Figura 2 e 3). Em alguns casos percebeu-se que no processo de classificação supervisionada foram confundidas as classes nuvem e solo exposto e algumas áreas degradadas pela extração mineral também foram classificadas como nuvem.

Já os níveis do SAVI variaram entre -0,16 a 0,31 com valor médio 0,061 e concentração entre os valores 0,046 e 0,065 (Figura 3 e 4). Também foi verificado uma confusão entre as classes nuvem e solo exposto em maior proporção se comparado ao NDVI, as áreas degradadas pela extração mineral foram classificadas como nuvem, mas a principal confusão na classificação feita com a imagem SAVI foi com os extratos vegetais compostos por arbustos espaçados (Vegetação Arbustiva-aberta) que foram classificados como solo exposto.

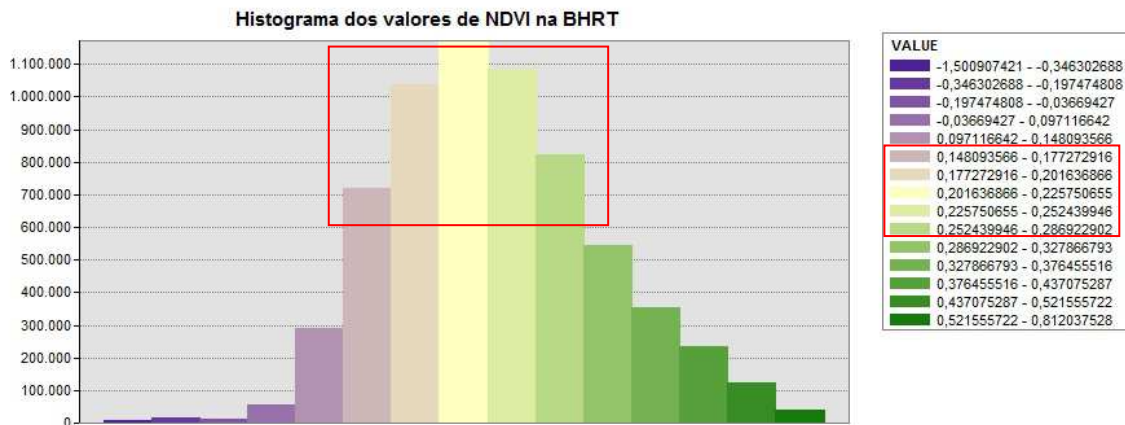


Figura 2 – Histograma mostrando a distribuição dos valores do NDVI na BHRT.

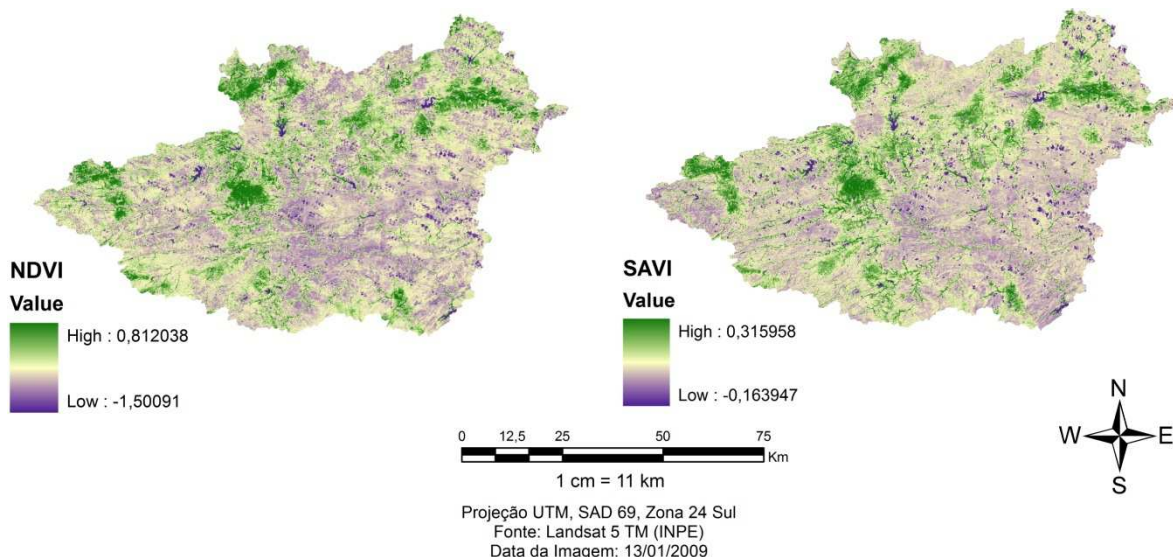


Figura 3 – Espacialização das imagens NDVI e SAVI na BHRT.

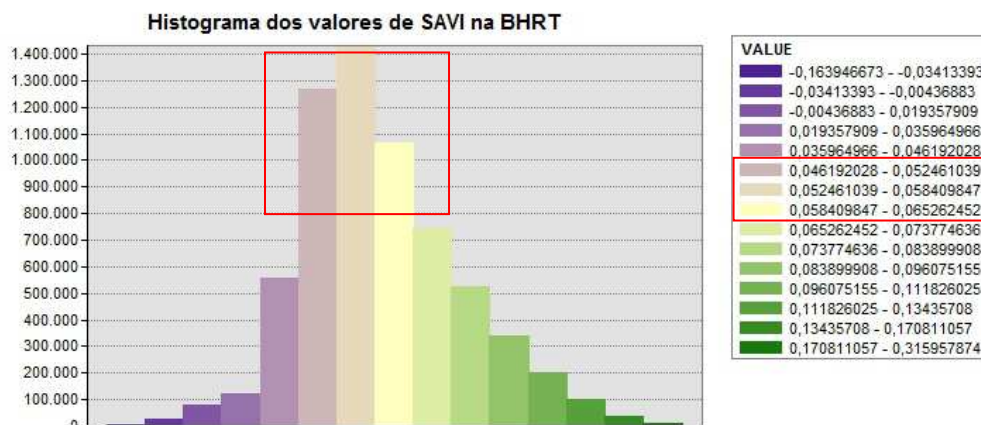


Figura 4 – Histograma mostrando a distribuição dos valores do SAVI na BHRT.

Após a análise da classificação supervisionada feita com as imagens do NDVI e SAVI optou-se por adotar a classificação gerada a partir do NDVI, por apresentar maior correlação com as informações coletadas e georreferenciadas com o uso do GPS em campo.

Para caracterizar a vulnerabilidade da vegetação foram consideradas as densidades dos diferentes tipos de cobertura vegetal identificados na classificação supervisionada. A cobertura vegetal exerce papel fundamental na proteção das unidades geoambientais contra os processos morfogenéticos (erosão do solo), com isso, para cada tipo cobertura vegetal foram atribuídos valores de vulnerabilidade de acordo com a capacidade de proteção dessa cobertura aos processos de erosão do solo. Quanto mais densa a cobertura os valores atribuídos na escala de vulnerabilidade se aproximam da estabilidade (1,0), para as densidades intermediárias atribuem-se valores intermediários (2,0), e para baixas densidades de cobertura vegetal valores próximos da vulnerabilidade (3,0) (CREPANI et al., 2001). Os setores classificados como nuvem, sombra de nuvem e água não receberam valores de vulnerabilidade ficando na categoria “não classificada”.

Tabela 1 - Valores de vulnerabilidade, categoria ecodinâmica e fisionomia da vegetação para BHRT.

| VALORES DE VULNERABILIDADE | CATEGORIAS ECODINÂMICAS | FISIONOMIA DA VEGETAÇÃO |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Nulo | Não Classificada | Água, Nuvem e sombra de nuvem |
| 1,0 – 1,3 | Estável | Arbóreo-Arbustiva Fechada |
| 1,4 - 1,7 | Baixa Estabilidade | Arbustivo-Arbórea Fechada |
| 1,8 - 2,2 | Média Estabilidade | Arbustiva Fechada |
| 2,3 – 2,6 | Moderada Instabilidade | Arbustiva Aberta |
| 2,7 - 3,0 | Instável | Solo exposto |

Características da cobertura vegetal na BHRT

Predomina na BHRT a caatinga hiperxerófila, esbranquiçada, composta por bromeliáceas, cactáceas, espinhenta e resistente a longos períodos de estiagem.

No entanto, a fisionomia vegetal vigente é o resultado espaço-temporal dos processos ecológicos e históricos que ocorreram na BHRT. Seguindo a mesma linha de raciocínio de

Nascimento (2006, p.202) acredita-se que a vegetação tem reflexos e responde pelas condições ambientais vigentes, denuncia o estado de conservação ambiental, mostrando variações de áreas mais degradadas a mais conservadas.

A partir da análise da imagem gerada com o NDVI (Figura 3) foi possível identificar 5 classes de cobertura vegetal e 3 classes referentes a água, nuvem e sombra de nuvem. Para nomear e identificar as classes de cobertura vegetal foi utilizado o mesmo critério de Souza (2008) que dividiu a vegetação da caatinga em dois níveis maiores subdividido em classes (Figura 5). A situação configurada é a seguinte:

1) Caatingas com baixo nível de alteração ambiental e degradação - Vegetação mais protegida que ocorre em algumas áreas serranas de mais difícil acesso, como manchas esparsas em vales de rios. A vegetação de caatinga existente apresenta-se nos estratos arbóreo e arbustivo. As manchas de solos expostos são pouco significantes em número e distribuição. Dependendo do estrato dominante, as caatingas desse tipo foram subdivididas em:

1.1 **Arbóreo-Arbustiva Fechada:** Os valores do NDVI para essa classe variam entre os níveis 0,43 a 0,81 (Figura 2), demonstram uma cobertura vegetal que fisionomicamente se apresenta na forma arbórea-arbustiva. Ocupam 14,8% da BHRT corresponde aos setores com dominância de espécies arbóreas com presença de arbustos (Figura 5). Ocorrem preferencialmente nas partes mais altas da superfície da Borborema coincidindo com os divisores de águas, com os topos dos alinhamentos de serras e adjacências, como também no entorno dos afloramentos rochosos (Figura 6). Atividades socioeconômicas intensas praticamente inexistem. Essas características refletem a estabilidade (Figura 16) dessa fisionomia vegetal com valores de vulnerabilidade entre 1,0 e 1,3.

Na etapa do levantamento em campo observou-se que grande parte das Áreas de Preservação Permanente (APP) referente a mata ciliar dos rios, riachos e corpos d'água da região estudada sofreu remoção da cobertura vegetal nativa, e como conseqüência houve a substituição de forma espontânea pela espécie exótica algaroba (*Prosopis juliflora*) disseminada pelos animais que consomem a vargem (Figura 7). Assim, as áreas dos bosques de algaroba (*Prosopis juliflora*) e cultivos de coqueiro (*Cocos nucifera*) e bananeira (*Musa sp*) (esta última através de irrigação) também foram inclusas na classe Vegetação Arbóreo-Arbustiva.

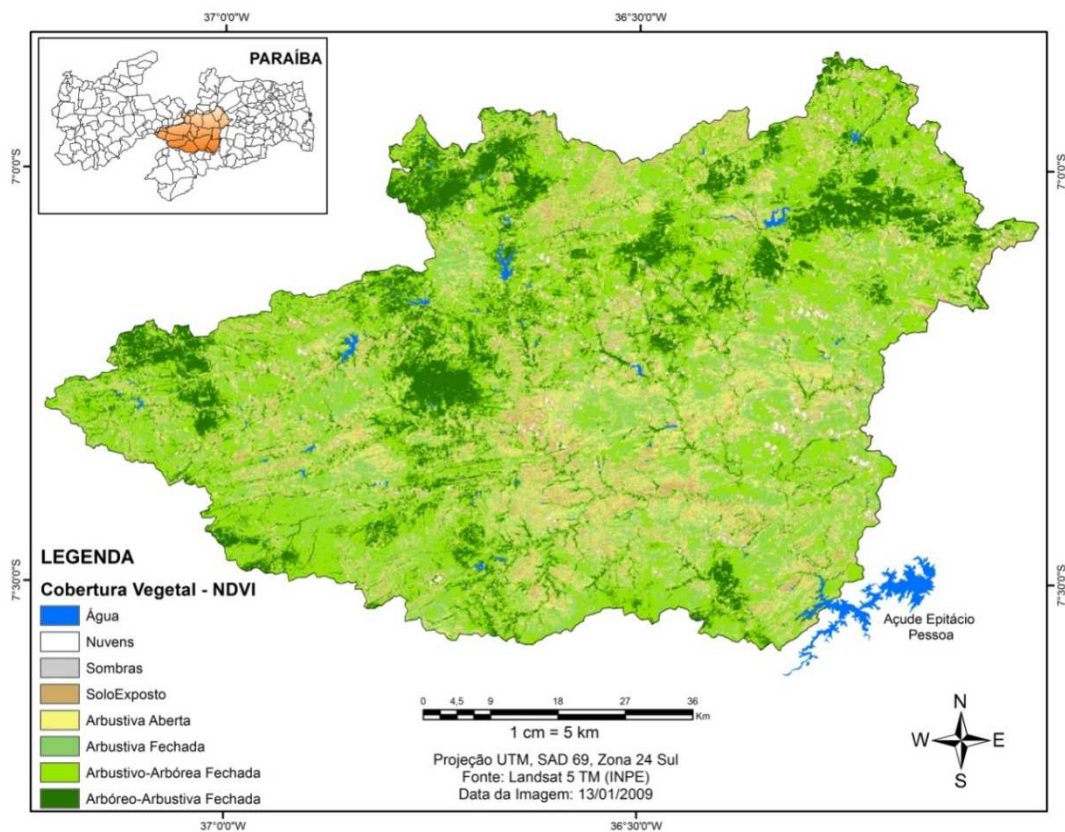


Figura 5 – Cobertura Vegetal gerada a partir da imagem do NDVI da BHRT em 13 de Janeiro de 2009.

1.2 Arbustivo-Arbórea Fechada: Os valores do NDVI para essa classe variam entre 0,25 a 0,32 (Figura 2), demonstram uma cobertura vegetal que fisionomicamente se apresenta na forma arbustiva-arbórea (Figuras 8 e 9). Com estrato arbustivo dominante sobre o arbóreo, ocorrem em solos pouco profundos e ocupam 35% da BHRT (Figura 5). Atividades socioeconômicas são comuns, destacando-se o extrativismo vegetal e a caprinocultura. Como a vegetação ainda exerce papel importante na proteção dos solos. Os valores de vulnerabilidade variam de 1,4 a 1,7, sendo classificada na categoria ecodinâmica como de baixa estabilidade (Figura 16).



Figura 6 – Vegetação Arbustivo-Arbórea Fechada no entorno do afloramento rochoso. Município de Cabaceiras. Data: 26/01/2012. Foto: Otávia Karla S. Apolinário



Figura 7 – Mata ciliar com predominância da espécie algaroba (*Prosopis juliflora*). Município de Parari. Data: 05/02/2010. Foto: Nadjacleia V. Almeida



Figura 8 – Vegetação Arbustiva Arbóreo-Fechada. Município de Boa Vista. Data: 26/01/2012. Foto: Otávia Karla S. Apolinário



Figura 9 – Vegetação Arbustiva Arbóreo-Fechada. Município de Juazeirinho. Data: 20/02/2010. Foto: Nadjacleia V. Almeida

2) Caatingas com alto nível de degradação: Resultam de atividades socioeconômicas exercidas com certa constância, de forma intensa e inadequada diante das condições de fragilidade natural do ambiente que restringem seu uso ou que necessitam de técnicas de manejo que amenizem os impactos provocados pelos usos. As plantas existentes nessas áreas não chegam a compor estrato arbóreo, uma vez que as espécies correspondentes a essa classificação encontram-se muito dispersas, havendo somente estrato arbustivo e herbáceo. Encontram-se as seguintes subdivisões desses tipos de caatingas:

2.1 Arbustiva Fechada: com valores de NDVI entre 0,20 e 0,22 (Figura 2). A cobertura vegetal arbustiva fechada ocupa 22% da BHRT (Figura 5). Estão inclusos plantios com produtos alimentícios de ciclo anual, como é o caso do milho e feijão. Apesar da forte interferência sofrida ao longo do processo histórico de ocupação, os níveis de degradação nesta classe ainda são pouco significativos, mas preocupantes, pois esta classe ocorre na borda das áreas de cobertura vegetal arbustiva aberta e prioritariamente na borda das áreas com solo exposto, estando susceptível ao avanço da degradação (Figura 10 e 11). Correspondem, no geral, aos setores ocupados atualmente por parte do gado, particularmente o caprino. Possui valores de vulnerabilidade entre 1,8 e 2,2 e média estabilidade (Figura 16).



Figura 10 – Vegetação Arbustiva Fechada capeando solos do tipo Neossolo Litólico. Município Assunção. Data: 23/12/2011, Foto: Nadjacleia V. Almeida



Figura 11 – Vegetação Arbustiva Fechada. Município de São João do Cariri. Data: 26/01/2012. Foto: Otávia Karla S. Apolinário

2.2 Arbustiva Aberta: Com valores de NDVI entre 0,17 e 0,20 ocupa 18,3% da BHRT (Figuras 2 e 5). Apresenta estágio avançado de degradação com grandes manchas de solo recobertas apenas por plantas herbáceas. Presença de plantas arbustivas isoladas, o que torna os solos mais expostos (Figura 12 e 13). Ocorrem no entorno das cidades, em espaços da bacia com forte extração mineral e de plantações agrícolas. Classificada como de moderada instabilidade (Figura 16) com valores de vulnerabilidade entre 2,3 a 2,6.



Figura 12 – Vegetação Arbustiva Aberta com destaque para o solo pedregoso pertencente a classe Neossolo Regolítico. Município Parari. Data 05/02/2010. Foto: Nadjacleia V. Almeida



Figura 13 – Vegetação Arbustiva Aberta com forte presença da espécie malva-branca (*Sida sp.*) revestindo os Neossolos Regolíticos. Município de Gurjão. Data 05/02/2010. Foto: Nadjacleia V. Almeida

3) **Solo exposto:** possuem valores de NDVI entre -0,19 e 0,17, ocupam 7,6% da BHRT (Figura 2 e 5) e correspondem aos afloramentos de rochas, as áreas de mineração, as áreas totalmente desmatadas para agricultura ou pastoreio e as áreas urbanas (Figura 14 e 15). Como o solo está totalmente desprotegido e susceptível aos efeitos erosivos, essa classe foi considerada como instável (Figura 16) com valores de vulnerabilidade entre 2,7 a 3,0.



Figura 14 – Solo Exposto e fortemente degradado pela extração mineral. Município de Boa Vista. Data 05/02/2010, Foto: Nadjacleia V. Almeida

Figura 15 – Solo Exposto no município de Juazeirinho. Data 05/02/2010. Foto: Nadjacleia V. Almeida

4) Água: possuem valores de NDVI entre -1,5 e -0,19 (Figura 2), ocupam 0,5% da BHRT representam os reservatórios de água da região (Figura 5). Os corpos hídricos mais representativos são: O açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), açude Taperoá II, Açude Lagoa do Meio, Açude Mucutu, Açude Soledade e Açude Olivados. Estes são de grande importância dadas as vicissitudes das secas. Se prestam aos usos múltiplos das águas, especialmente, para abastecimento humano, pesca, irrigação.

5) Nuvem e sombra de nuvem: possuem valores de NDVI entre -0,19 e 0,09, recobrem 1,6% da BHRT (Figura 2, 5 e 16).

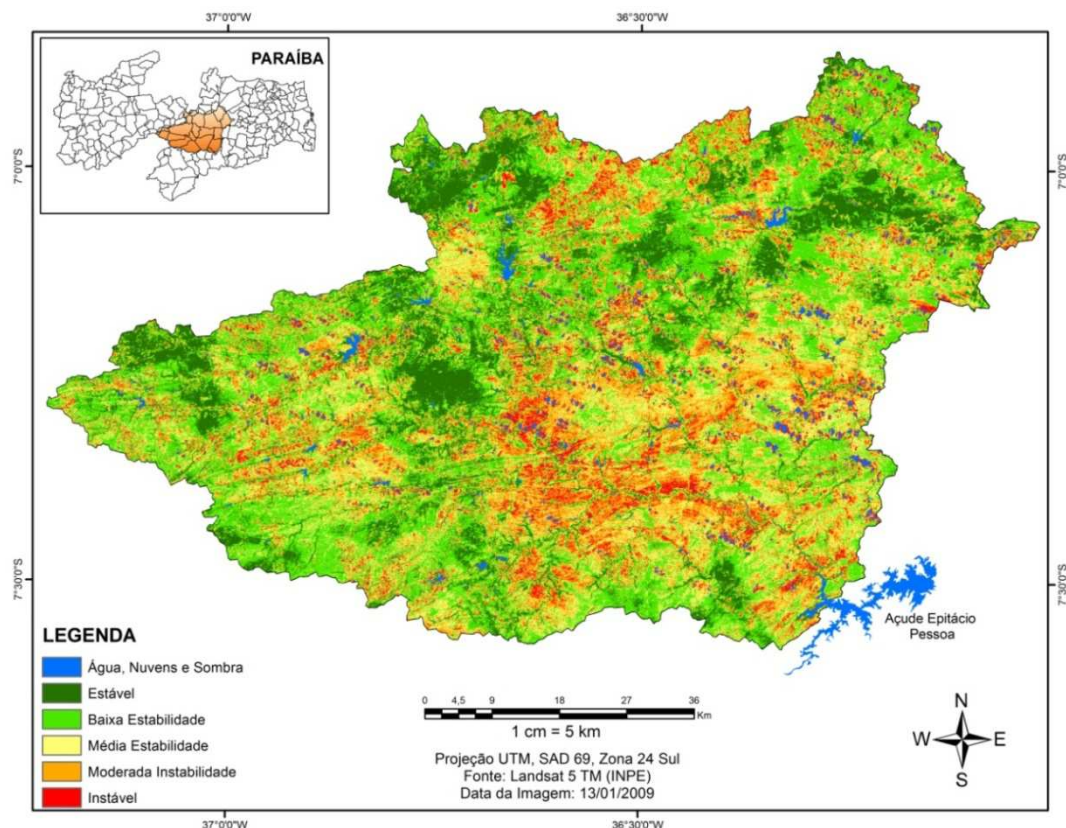


Figura 16 – Distribuição espacial das categorias ecodinâmicas referente a Cobertura Vegetal da BHRT em 13 de janeiro de 2009.

Considerações finais

O resultado do cálculo de vulnerabilidade e posterior classificação das fisionomias vegetais nas categorias ecodinâmicas propostas por Tricart (1977) foram condizentes com a realidade da BHRT, pois os ambientes instáveis foram exatamente aqueles onde predomina práticas desordenadas e muitas vezes predatórias como a extração mineral exercida de forma irregular e sem o mínimo de preocupação com a capacidade de suporte ou fragilidade do ambiente natural. Os ambientes com média estabilidade foram aqueles onde são praticadas atividades menos agressivas, devido a sua aleatoriedade no tempo e no espaço, como a pecuária e a agricultura de subsistência. Já os ambientes estáveis foram exatamente aqueles onde as atividades socioeconômicas são mínimas coincidindo em alguns casos com as áreas de maior altitude.

Enquanto importante indicador da qualidade ambiental, o conhecimento da fisionomia e distribuição da vegetação é de fundamental importância na identificação dos setores mais vulneráveis ao processo erosivo. A partir desse conhecimento é possível identificar as atividades que estão sendo desenvolvidas de forma impactante e indicar quais atividades podem ser desenvolvidas sem causar grandes impactos ao ambiente. Assim, a análise da cobertura vegetal e seu grau de estabilidade, aliada as demais informações bióticas, abióticas e socioeconômicas, fornece importante contribuição na perspectiva do planejamento e do ordenamento territorial ambiental da BHRT.

Por fim, as imagens geradas (NDVI e SAVI) foram importantes no mapeamento das fisionomias vegetais da BHRT. De modo complementar, o trabalho de campo com a marcação das coordenadas geográficas e registro fotográfico dos diferentes geoambientes foram essenciais para validação dos resultados.

Referências bibliográficas

- CREPANI, E. et. al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001, 113 p.
- JENSEN, John R., **Sensoriamento remoto do ambiente : uma perspectiva em recursos terrestre**. Tradução: José Carlos Neves Epiphany (coordenador) et al. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
- MOREIRA, Ruy. **O pensamento geográfico brasileiro: as matrizes de renovação**. São Paulo: Contexto, 2009
- NASCIMENTO, Flávio R. do. Degradação ambiental e desertificação no Nordeste. Brasileiro: o contexto da Bacia do rio Acaraú – CE. (**Tese de Doutorado**), UFF: Rio de Janeiro, 2006. 325p
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2010.
- SILVA, Bernardo Barbosa da. Determinação da evapotranspiração com imagens Landsat 5 –TM e SEBAL. (**Minicurso-Mimeografado**). Recife, 26 e 27 de março de 2009.
- SOUZA, Bartolomeu Israel de. Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação. **Tese** (Doutorado). Porto Alegre: UFRGS/PPGEO, 2008.

*A COBERTURA VEGETAL E SUA IMPORTÂNCIA NA ANÁLISE MORFODINÂMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO TAPEROÁ – NORDESTE DO BRASIL/ PARAÍBA*

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977. (Recursos Naturais e Meio Ambiente).