

Estudo da dinâmica da cobertura vegetal no município de Floresta/PE através de processamento digital de imagens

Study of the dynamics of vegetation cover in the city of Forest / PE through digital image processing

Ivan de Almeida Machado Coelho¹, Simone Mirtes Araujo Duarte², Olivia de Almeida Machado Coelho³

¹Aluno do programa de pós-graduação em Energias Renováveis da UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ²Email: machado.floresta@gmail.com. ³Professora do Departamento de Ciências Florestais da UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil. ³Bióloga e Aluna do curso de Medicina Veterinária da UFRPE, Recife, Pernambuco, Brasil.

RESUMO:

A cobertura vegetal do semiárido pernambucano, na maior parte, encontra-se antropizada em decorrência das áreas para exploração agrícola e exploração de lenha como fonte energética para olarias, indústrias, entre outros, onde estas modificações geram impactos significativos na qualidade do ambiente. O geoprocessamento torna-se importante ferramenta para compreender a estrutura e dinâmica das paisagens em diversas escalas temporais e espaciais, podendo compreender os processos ambientais. A área estudada localiza-se no estado de Pernambuco, na Mesorregião do São Francisco. Com altitude de 316 metros. As chuvas são mal distribuídas ao longo do ano, representado pelos meses de dezembro a março, neste período chove, em média 407,4 mm, o município de Floresta possui base física de 3.643 km². O objetivo do trabalho foi mostrar técnica de processamento digital de imagens não supervisionadas para análise multitemporal da degradação ambiental no município de Floresta/PE. A metodologia baseou-se na análise temporal de imagens orbitais TM/Landsat – 5 para as datas de 16/09/1997 e 06/10/2010, imagens obtidas a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os resultados indicaram que a cobertura vegetal em algumas classes foi reduzida, a diminuição da vegetação semidensa mostra-se bastante preocupante, pois é nessa classe que podem aumentar os núcleos de desertificação.

Palavras-chave: degradação ambiental, floresta, sensoriamento remoto

ABSTRACT:

The vegetation of Pernambuco semi-arid, mostly, is due to the anthropic areas for farming and wood exploitation as an energy source for brickyards, industries, among others, where these modifications generate significant impacts on environmental quality. The GIS becomes important tool for understanding the structure and dynamics of the landscape in various temporal and spatial scales and can understand the environmental processes. The study area is located in the state of Pernambuco, in the Greater Region of San Francisco. With altitude of 316 meters. Rainfall is unevenly distributed throughout the year, represented the months from December to March, this time it rains on average 407.4 mm, the municipality of Forest has physical basis of 3,643 km². The objective was to show digital processing technique of images unattended for multi-temporal analysis of environmental degradation in the Woods / PE municipality. The methodology was based on temporal analysis of orbital images TM / Landsat - 5 for the dates of 16/09/1997 and 06/10/2010, images obtained from the National Institute for Space Research (INPE). The results indicated that the vegetation cover in some classes was reduced, decreased semidense vegetation shows up quite disturbing as it is this class that can increase desertification nuclei.

Keywords: environmental degradation, forest, remote sensing

INTRODUÇÃO

O Brasil é alvo de intenso interesse pela sua biodiversidade, pois é considerado um dos maiores do planeta, o que mostra a necessidade de uma utilização racional dos recursos naturais, onde com o avanço da biotecnologia, observou-se que quanto mais biodiversidade um país tenha, mais variados materiais poderá produzir.

Estudos como o de Edward O. Wilson (1994) mostram a importância da biodiversidade para o desenvolvimento econômico e com isso para produção de vários produtos. Segundo Ladico (2011) a biodiversidade tem papel importante na análise da necessidade real, levando em conta que o Brasil tem uma grande extensão territorial, acompanhada da falta de recursos para fiscalizar os crimes ambientais, com a falta de consciência da população e comércio ilegal, facilitam para a degradação desta biodiversidade.

A utilização dos recursos naturais foi influenciada pelo avanço tecnológico e para sobrevivência humana, porém com a rápida explosão demográfica e os avanços tecnológicos evidenciados nas últimas décadas, aumentou rapidamente o consumo dos recursos naturais, deixando alguns ecossistemas da terra em verdadeiro estado de degradação, gerando consequências para toda humanidade (ALMEIDA et al. 2006).

O descobrimento do potencial real de nossa enorme biodiversidade, a grande extensão territorial brasileira, a falta de recursos para fiscalizá-los, a escassez de recursos naturais no restante do mundo, aliados à falta de conscientização de sua importância científico-econômica estão facilitando a degradação, como o comércio ilegal de nossa biodiversidade. Aliás, a retirada de nossas riquezas naturais já vem desde o descobrimento, quando então se iniciou a evasão do nosso patrimônio (ANDRADE, 2006).

O desenvolvimento e a até mesmo a subsistência do ser humano se deu pela utilização dos recursos naturais, mas a explosão demográfica e o desenvolvimento tecnológico havidos nas últimas décadas principalmente o uso dos recursos biológicos aumentaram sensivelmente chegando a comprometer muitos dos ecossistemas da terra, levando-os praticamente à destruição, com consequências desastrosas para a humanidade (ALMEIDA et al. 2006).

A crescente demanda dos recursos naturais e sua rápida diminuição em escala local, regional, nacional e global, impõem a necessidade de um inventário e planejamento racional desses recursos para a sua manutenção, haja vista que o uso da terra sem um planejamento adequado provoca o empobrecimento dos solos quanto à fertilidade natural, aumenta a acidez, provocando baixa produtividade das culturas trazendo, como consequência, os baixos níveis socioeconômico e tecnológico da população rural (RIBEIRO e CAMPOS, 2007).

As medidas adotadas para o planejamento do uso do solo foram, até recentemente, tomadas com base em informações fragmentadas de efeitos do uso da terra no ambiente, com virtude de não haver registros seguros sobre as condições adequadas de uso da terra, não se podendo avaliar, portanto, as alterações provocadas pela ação do homem (COSTA et al, 2009).

A perda de solo, incrementada pela antropização, é a principal causa da queda da produtividade agrícola. Nesse contexto faz-se necessário realizar um levantamento das características físicas da bacia. Esse procedimento é bastante eficaz para indicar as melhores formas de utilização do solo (MENEZES, 2008).

A ação da cobertura vegetal na proteção do meio ambiente se dá de diversas formas evitando o impacto direto das gotas de chuva contra o terreno que promove a desagregação das partículas, impedindo a compactação do solo que diminui a capacidade de absorção de água, aumentando a capacidade de infiltração do solo pela difusão do fluxo de água da chuva, dando suporte a vida silvestre que, pela presença de estruturas biológicas como raízes de plantas, perfurações de vermes e buracos de animais, aumentam a porosidade e a permeabilidade do solo (GALAS, 2006).

Atualmente, para se obter informações sobre a ocupação do solo, o problema dos altos custos pode ser contornado através da utilização de dados coletados por sensores remotos postos a bordo de satélites orbitais, como exemplo, o sensor “TEMATIC MAPPER” (TM) do satélite LANDSAT, o sensor HRV (high resolution visible) a bordo do satélite SPOT, entre outros (RIBEIRO e CAMPOS, 2007).

No Brasil, o sensoriamento remoto pode e tem sido utilizado em áreas importantes e prioritárias ligadas ao levantamento de recursos naturais e ao monitoramento do meio ambiente para benefício de desenvolvimento econômico e social (PINTO, 2001).

O presente trabalho, teve como objetivo principal mostrar o papel de técnicas de processamento digital de imagens não supervisionadas para análise multitemporal da degradação ambiental no município de Floresta/PE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Floresta é um município do estado de Pernambuco, distante 433 km da capital, Recife. Localiza-se a uma latitude 08°36'04" sul e a uma longitude 38°34'07" oeste, estando a uma altitude de 316 metros. Sua população estimada em 2011 era de 29.635 habitantes. O município é constituído de três distritos: Floresta (sede), Airi e Nazaré do Pico (SGB, 2005).

O município possui uma área de 3.643 km², sendo o 2º maior município de Pernambuco (atrás somente de Petrolina), abrangendo aproximadamente 4% do território do estado, com uma área superior a países como Luxemburgo. É constituído de 3 distritos: Floresta(sede), Airi e Nazaré do Pico. Sua população estimada em 2012 foi de 30.000 habitantes, dos quais 20.000 vivem na cidade (SGB, 2005).

O trabalho foi iniciado com os levantamentos de dados bibliográficos referentes à região (Levantamento de publicações existentes, tais como: livros, periódicos, dissertações, arquivos e mapas diversos), onde a partir daí obteve-se as imagens multiespectrais do TM/Landsat - 5 referente à órbita 216 e ponto 66, com datas de passagem 16/09/1997 e 06/10/2010. Para o suporte computacional foram utilizados os recursos de hardware, software SPRING 5.1.7, SISCAN e Microsoft Office Excel.

2.1. Procedimento Utilizado no Processamento Digital das imagens do TM/LANDSAT-5 para interpretação preliminar

A metodologia para a interpretação visual de imagens digitais teve por base o Método Sistemático desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982). Tal metodologia consiste

em uma seqüência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área e da utilização das chaves fotointerpretativas.

A análise visual de imagens procedeu de um estudo comparativo entre as propriedades espectrais e texturais que cada fenômeno espacial assume nas diversas cenas registradas, associando diferentes níveis de refletância aos diversos fenômenos, época de aquisição das imagens relacionadas com os alvos espectrais.

Assim, a identificação das unidades e/ou classes temáticas fundamentou-se no estudo isolado dos diversos elementos de interpretação e, em seguida, na observação conjunta destes elementos (drenagem, relevo, tonalidade, textura fotográfica), sendo gerados os mapas de interpretação.

2.2. Análise e Interpretação das Imagens Orbitais (Mapeamento das Terras)

A escolha da imagem do satélite Landsat 5 para a execução do trabalho, considerou o fato deste produto ser o principal instrumento de trabalho na área de geoprocessamento no Brasil e no mundo, possuir resolução espectral satisfatória para a execução do trabalho e por estar disponível com data de passagem atualizada no acervo de imagens de satélite.

Através do geoprocessamento levantamos a real situação da cobertura vegetal e da degradação das terras para dois períodos distintos, 1997 e 2010. Observando durante esse intervalo se houve comprometimento dos recursos vegetação sendo possível caracterizar se há diferenças expressivas entre esses processos no município em estudo, podendo assim distinguir melhor a real situação do município de Floresta/PE.

Na quantificação da cobertura vegetal utilizou-se como plano de informação as composições multiespectral ajustada RGB nas bandas 1 a 3, IVDN as bandas 3 e 4. Já a caracterização dos elementos formadores dos níveis de degradação foi definida segundo as tonalidades de cinza e agrupadas em zonas homólogas, conforme os níveis de degradação registrados nas imagens orbitais das bandas 3, 4 e 5.

A metodologia adotou cinco classes de cobertura vegetal (densa, semi-densa, rala, solo exposto e água). As classes de cobertura vegetal mais críticas estão associadas às

tonalidades de cinza mais escuras detectadas na banda 4 das imagens; já as classes mais preservadas e os níveis mais baixos estão associados as tonalidades de cinza mais claras.

2.3. Processamento digital das imagens

A execução do trabalho envolveu as seguintes etapas distintas: pré-processamento da imagem (leitura, registro e contraste); processamento (segmentação e classificação); elaboração do documento final. Por meio de técnicas computacionais, com o objetivo de extrair informações sobre os alvos na superfície terrestre. Como mostra a seguir:

2.3.1. Realce de contrastes

A técnica de realce de contraste tem por objetivo melhorar a qualidade das imagens sob critérios subjetivos do olho humano. É normalmente utilizada como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões (MENEZES, 2008).

A técnica de realce de contraste visou equalizar as bandas, de forma a permitir que todas exercessem influência semelhante no processo de segmentação da imagem. No caso da composição colorida 3, 4 e 5 utilizada, a banda 5 apresentou um histograma de distribuição dos pixels mais abrangente, em relação aos 256 níveis de cinza possíveis (imagem de alto contraste), e as bandas 3 e 4 apresentaram histogramas de distribuição dos pixels, mais estreitos (imagens de baixo contraste). Para que o segmentador considerasse as três bandas de forma equivalente, foi necessário redistribuir os níveis de cinza das bandas 3, 4 e 5, de forma a abranger os 256 níveis de cinza possíveis em cada uma delas.

A operação envolvida na correção dos níveis de cinza da composição colorida utilizada foi o ajuste linear. Nele, as barras que formam o histograma da imagem de saída são espaçadas igualmente, uma vez que a função de transferência é uma reta, como mostra a. O histograma de saída (cinza) tem a mesma forma do histograma de entrada (verde), não alterando, portanto a relação entre os valores dos pixels. As retas, verde e cinza representam respectivamente as funções lineares de distribuição antes e após o ajuste.

2.3.2. Operações aritméticas - razão entre bandas – IVDN

Para aumentar o contraste entre solo e vegetação, pode-se utilizar a razão entre bandas referentes ao **vermelho** e **infravermelho próximo**, constituindo assim, os chamados índices de vegetação (NDVI).

A opção $C = G * ((A-B)/(A + B)) + O$, do SPRING, quando aplicada para:

- A = banda infravermelho próximo – banda 4
- B = banda vermelho - banda 3
- G = ganho (foi utilizado o valor 256)
- O = offset (foi utilizado o valor 64)

O **índice de vegetação de diferença normalizada (IVDN)** constitui que além de aumentar o contraste espectral entre a vegetação e o solo, tem os efeitos de iluminação, declividade da superfície e geometria de "visada", parcialmente compensados pelo índice (CÂMARA, 2001).

2.3.3. Composição multispectral ajustada (b3 + IVDN + b1)

Corresponde a uma transformação RGB em cuja fonte de luz vermelha (R) estará posicionada a banda 3, na fonte verde (G) a imagem IVDN e na fonte azul (B) a banda 1. Nesta combinação, as áreas de alto valor de IVDN aparecerão em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixa ocorrência de IVDN aparecerão em vermelho ou azul (magenta ou ciano), indicando a presença de solos expostos.

2.3.4. Segmentação

O processo de segmentação consiste em subdividir uma imagem em regiões homogêneas considerando alguns de seus atributos, como por exemplo, o nível de cinza dos pixels e a textura, visando caracterizar a representatividade dos objetos da cena (BINS et al, 1996). A segmentação pressupõe a geração de objetos internamente homogêneos sobre os quais é então processada a classificação.

Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais. Para superar estas limitações, propõe-se o uso de segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada (CÂMARA, 2001). Neste processo, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões, um conjunto de "pixels" contíguos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade.

2.3.5. Classificações de padrões

A classificação consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe. A classificação de padrões é dividida pelas fases de segmentação (extração de regiões), classificação e mapeamento (MOREIRA, 2001).

Para realizar a classificação foi usado o classificador Bhattacharyya, que utiliza amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para estas classes apontadas. Ao término, todas as regiões ficarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, devendo o usuário associar estas classes ou temas, às classes por ele definidas no banco de dados.

As imagens classificadas foram vetorizadas através da função “Mapeamento”, o que permitiu a quantificação das classes de cobertura vegetal e da dinâmica dos níveis de Degradação das Terras, utilizando a opção do menu temático “Medidas de Classes”.

2.3.6. Editoração dos mapas temáticos

Os mapas finais das classes de cobertura vegetal das terras foram criados no módulo SCARTA do SPRING versão 5.1.7.

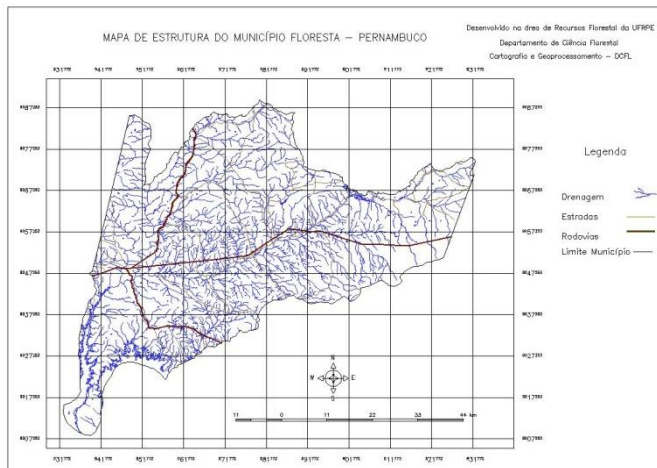
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se em observações, direcionou-se esse trabalho inicialmente à confecção do mapa básico. Com os planos de informações digitalizados no programa SPRING 5.1.7 realizou-se a

plotagem dos dados, obtendo-se o mapa temático do município de Floresta, com os seguintes parâmetros: rede de drenagem, açudes, rios, estradas e rodovias, conforme (Figura 1).

Figura 1 - Mapa digital de estrutura do município de Floresta/PE.

Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).



Sendo possível a formação de resultados como o índice de vegetação por diferença normalizada - IVDN, onde nas imagens de 1997 e 2010 diferenciando o comportamento da cobertura vegetal, mostrando uma paisagem em processo avançado de perda da vegetação, bastante acentuada, onde a parte com tons de cinza mais escuro tende ao solo exposto e a mais clara à cobertura vegetal (Figuras 2 e 3). Com a utilização de duas bandas do espectro eletromagnético (banda correspondente ao Vermelho e Infravermelho Próximo).

Figura 2 - Composição multiespectral ajustada IVDN - Floresta/PE em 16/09/1997. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).

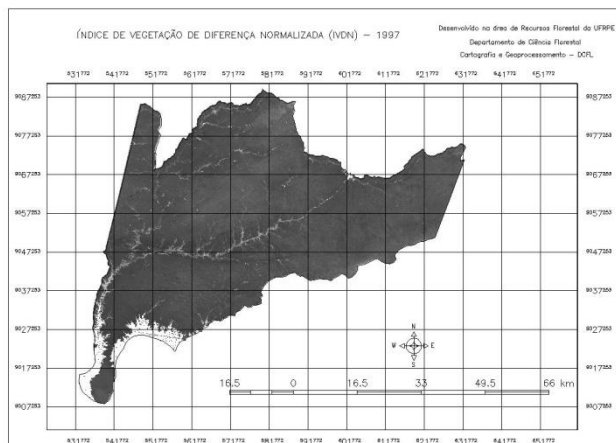
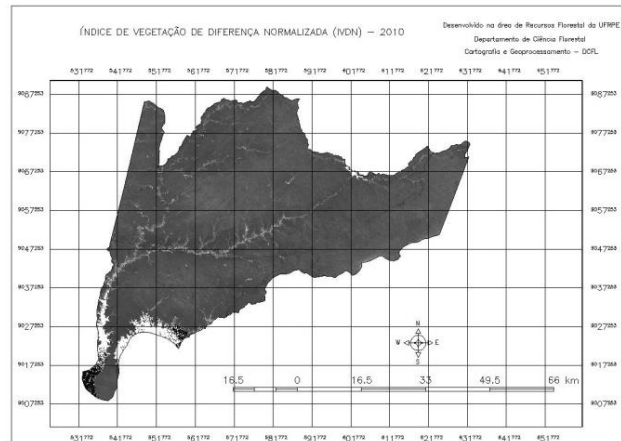


Figura 3 - Composição multiespectral ajustada IVDN - Floresta/PE em 06/10/2010. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).



Realizando um processo de análise de pixels de forma isolada. Feita a segmentação da imagem (Figuras 4 e 5), onde a classificação estatística é o procedimento convencional de análise digital de imagens. Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais. Para superar estas limitações, sugere-se o uso de segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, onde se extraem os objetos relevantes para a aplicação esperada.

Figura 4 - Mapa digital segmentado do município de Floresta/PE em 16/09/1997. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).

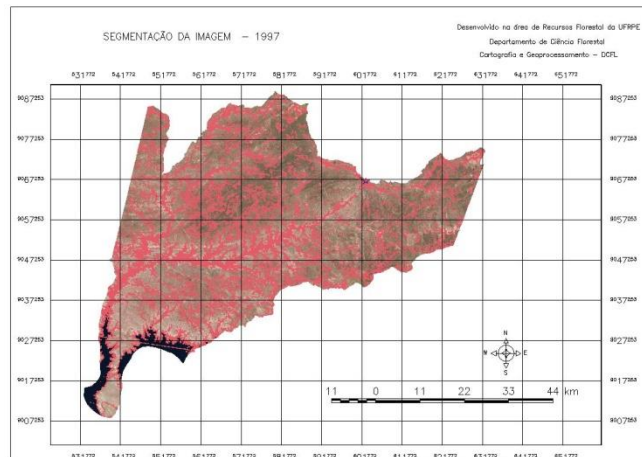
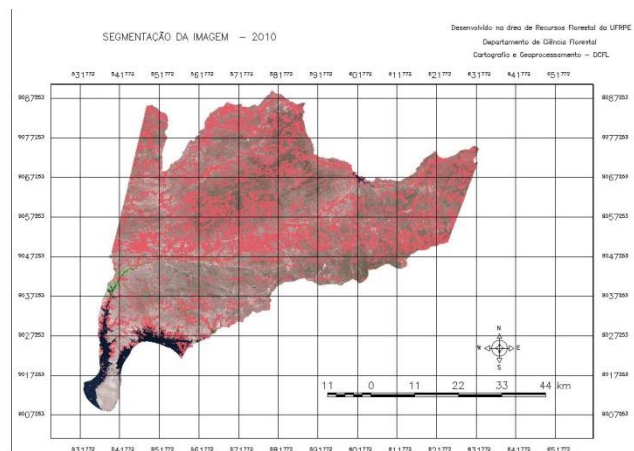


Figura 5 - Mapa digital segmentado do município de Floresta/PE em 06/10/2010. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).



No processo de segmentação, a imagem é dividida em regiões que correspondem às áreas relevância da aplicação, onde essas regiões formaram um conjunto de "pixels" contíguos, se espalham bidirecionalmente e que apresentaram uniformidade. A divisão em porções consiste basicamente em um processo de crescimento de regiões, de detecção de bordas ou de detecção de bacias.

Após a plotagem dos dados, foi feita uma análise comparativa das Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA) para as datas de 16/09/1997 e 06/10/2010, onde permitiu observar o comportamento dos alvos, vegetação, solo e água que espelha fielmente na figura de uma paisagem devastada pela retirada de sua vegetação (Figura 6 e 7).

Figura 6 - Composição multiespectral ajustada RGB-IVDN– Floresta/PE em 16/09/1997. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).

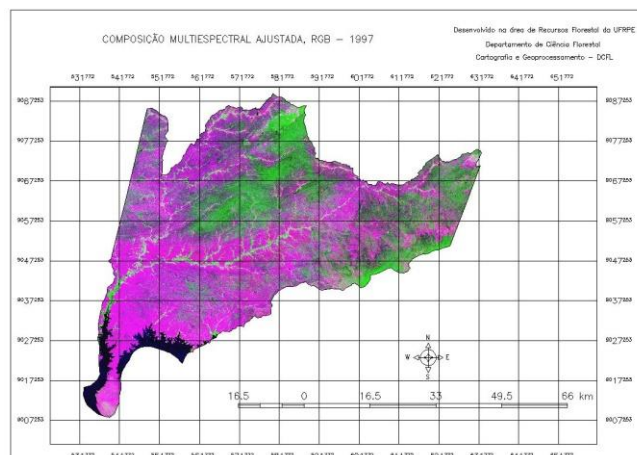
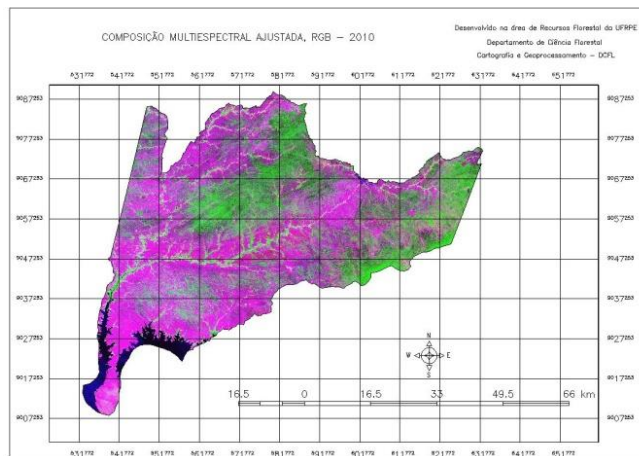


Figura 7 - Composição multiespectral ajustada RGB-IVDN– Floresta/PE em 06/10/2010. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).



Nas imagens 6 e 7 observamos na cor verde as áreas com cobertura vegetal, enquanto as cores magenta representam as áreas de solo exposto ou com cobertura vegetal rala evidenciando assim a intermitente ação homem no meio ao qual está inserido.

O uso dos desses recursos naturais, com o objetivo do desenvolvimento da civilização, sobrevivência e conforto da comunidade inserida passa a ser vítima desse sistema de insustentabilidade, que promove uma economia baseada na exploração destes recursos como única forma palpável das populações adquirirem o seu pequeno sustento.

Esta apropriação segue todo o costumado roteiro de desmatamento, queimadas, sobre pastoreio, plantio morro abaixo, enfim, todo um conhecido ritual que invariavelmente culmina com a degradação ambiental. A análise comparativa das Composições Multiespectrais Ajustadas (CMA) para as esses períodos permitem comparar o comportamento da cobertura vegetal do município que espelha fielmente a figura agonizante de uma paisagem devastada pela busca incessante da sobrevivência humana. Podemos observar que esse município tanto para o ano de 1997 como para 2010 apresentavam uma cobertura vegetal já prejudicada, evidencia essa observada pela a grande extensão de solo exposto.

A figura é nítida quanto à visão panorâmica que espelha a expressão de uma paisagem em processo de destruição intensiva onde mostra uma devastação imposta, resultante da ação antrópica na alteração dos padrões de organização social e econômica de determinadas regiões, afetando, dessa forma, o processo de desenvolvimento fazendo com que um grande número de pessoas busque o êxodo na esperança de uma melhor expectativa de vida.

Para a confecção do mapa de distribuição das classes da cobertura vegetal na escala de 1:100.000 foram definidas e quantificadas cinco classes: densa, semidensa, rala, solo exposto e água, apontando a possibilidade de uso dessas informações como subsídio para a escolha de áreas de conservação ou preservação, bem como auxílio no monitoramento da vegetação em áreas com grande extensão, além do mapeamento de corpos de água; nuvens e sombra (Figuras 8 e 9).

Figura 8 - Mapa digital das classes de cobertura vegetal do município de Floresta em 16/09/1997. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).

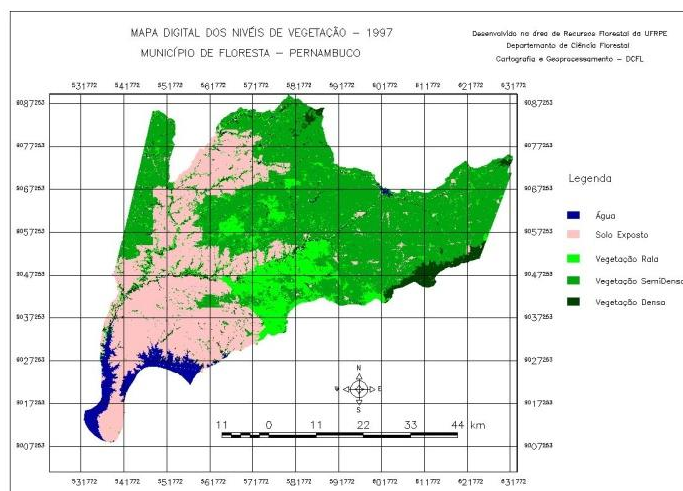
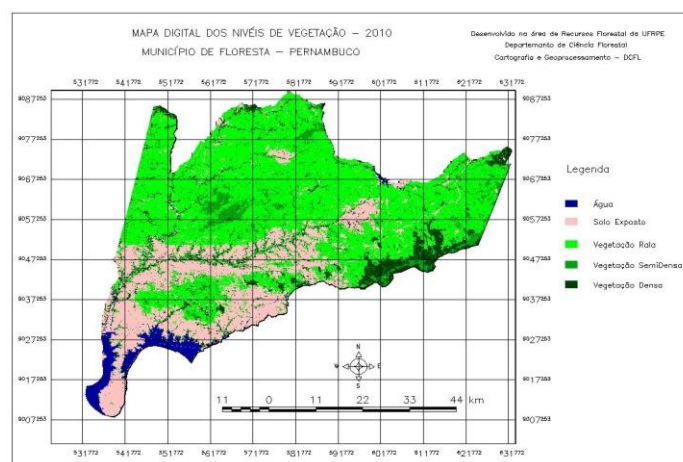


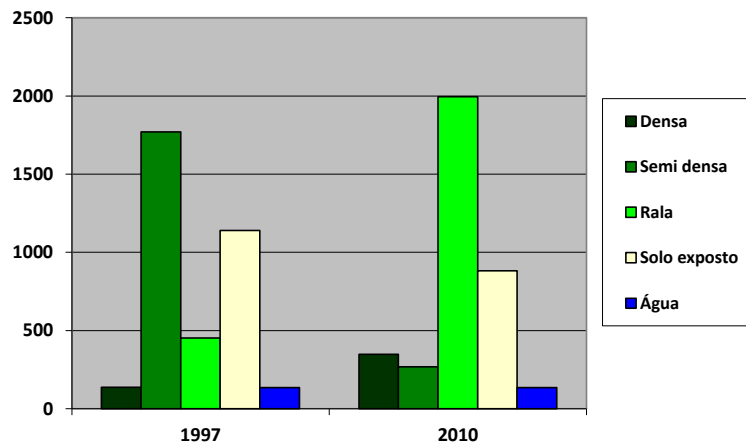
Figura 9 - Mapa digital das classes de cobertura vegetal do município de Floresta em 06/10/2010. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).



Os valores da cobertura vegetal (Figura 10) apresentam uma diferenciação entre as classes para os anos de 1997 a 2010. Os resultados nas classes que apresentam maior potencial de cobertura vegetal indicam que houve aumento na classe densa e redução na semidensa. A vegetação arbustiva

semidensa com valores bem abaixo do suporte para proteção dos solos contra o processo erosivo apresenta-se com porte baixo.

Figura 10 - Evolução dinâmica das classes de vegetação entre 1997 e 2010. Fonte: (elaborado pelo autor, 2013).



A classe de vegetação densa representava em 1997 aproximadamente 137,30 km², onde correspondia a 3,78% da área total, a classe semidensa 1770,15 km² correspondente a 48,70%, a classe rala 452,27 km² correspondente a 12,44%, classe solo exposto 1139,32 km² correspondente a 31,35%. A classe de vegetação densa representou em 2010 348,55 km² correspondente a 9,59%, a classe semidensa 268,21 km² correspondente a 7,38%, a classe rala 1995,24 km² correspondente a 54,89%, a classe solo exposto 880,79 km² correspondente a 24,23%, os resultados indicam que a classe densa, que é a maior potencial de cobertura do solo, ocorreu ganho, onde pode ser explicado por o Bioma Caatinga ser formação vegetal tipicamente xerófila, pois são plantas secas. Um organismo xerófilo é um organismo adaptado à vida num meio seco, num meio com pouca umidade, com isso o período avaliado foi próximo o de precipitação anual, o que pode ter acarretado a brotação das folhas jovens. Na classe semidensa do ano de 2010 houve uma redução, neste caso a utilização da madeira em pequena quantidade por agricultores, onde segundo Coelho et al. (2013) famílias de assentamentos rurais do interior de Pernambuco utilizam da lenha para produzir seus alimentos, com isso aumentando a classe rala.

A diminuição da vegetação semidensa mostra-se bastante preocupante, pois é nessa classe que os níveis de degradação podem aumentar dando início aos núcleos de desertificação.

Desse modo, torna-se emergente a elaboração de políticas públicas que tenham como prioridade reduzir a degradação ambiental e ampliar o conhecimento da população. Para que, a partir daí, o desenvolvimento nessa área possa ocorrer de forma sustentável, deixando, assim, de representar um obstáculo social para o Estado.

Um solo desprovido de cobertura vegetal é bem mais vulnerável à degradação. As composições multiespectrais ajustadas das classes de cobertura vegetal mostraram diferenças bastante representativas entre os anos de 1997 e 2010. Isto se dá pela exposição das suas propriedades físicas, químicas, ação climática e principalmente antrópicas. Conforme o Atlas das áreas de risco à desertificação do Brasil (MMA, 2014), a identificação das áreas de antropismo é bastante acentuada no mapa de vegetação do Brasil.

A conservação da cobertura vegetal pode, em médio prazo, auxiliar consideravelmente essas propriedades do solo, além de minimizar os efeitos desse processo erosivo. Entretanto, devem ser levadas em consideração as características edafoclimáticas, para elevar os benefícios que a cobertura vegetal proporciona.

A estratégia utilizada em qualquer pesquisa científica fundamenta-se em uma rede de pressupostos antológicos e da natureza humana que definem o ponto de vista que o pesquisador tem do mundo que o rodeia. A compreensão dessa afirmativa tem grande importância no estudo da degradação ambiental e dos riscos a desastres, podendo contribuir na geração de informações livres de paradigmas (MMA, 2014).

Uma importante ferramenta para aumentar a produtividade é um estudo detalhado da adaptabilidade de um terreno, em função de uma sustentabilidade que não leve a degradação, principalmente pela erosão acelerada do solo. Considerando o grau de erosão atual das terras como um parâmetro para medir a sua degradação, pode-se observar que após as análises utilizando a geotecnologia (sensoriamento remoto, geoprocessamento e Sig) e dados de campo, pôde-se confeccionar em um sistema de informação geográfica informações valiosas as quais possibilitam combinações de informações provenientes de diferentes procedimentos tecnológicos, para a produção de novas informações em tomadas de decisões de contextos os mais diversificados. Onde dependendo da finalidade do trabalho, os planos são selecionados e armazenados no SIG e por meio de cruzamentos, geram novas informações, onde servirão de base para o planejamento e recomendação de uso e manejo do ambiente.

CONCLUSÕES

Como a questão ambiental tornou-se um tema de preocupação global, é preciso chamar a atenção para o impacto ambiental a partir da descaracterização da cobertura vegetal natural.

O desmatamento da caatinga nativa para a venda como lenhas às olarias e panificadoras dentro e fora do estado, a garimpagem e a pecuária extensiva, contribui para o aparecimento do fenômeno da desertificação na área, causando grandes prejuízos econômicos e sociais à cadeia produtiva do semiárido.

Com relação ao município de Floresta, ficou claro que são poucas as áreas ainda ocupadas por vegetação nativa densa, ao passo que grande parte da área teve a vegetação substituída por vegetação rala e/ou solo exposto. Por isso, é de extrema relevância o monitoramento das áreas ainda cobertas por vegetal nativo.

A utilização das imagens Landsat 5 TM a partir da composição do Índice de Vegetação NDVI apresentou resultados satisfatórios para um tocante acompanhamento mensal e sazonal das modificações no estado fenológico da vegetação, assim como as diferenças existentes no comportamento da vegetação natural e das outras categorias de análise (reflorestamento, culturas irrigadas, culturas anuais, pastagem, e corpos d' água).

A escala temporal de análise (setembro/1997 e outubro/2010) permitiu verificar ao longo do período de 13 anos a variação nos Índices de Vegetação em virtude da diferença no comportamento das diferentes categorias, a exemplo da vegetação natural, que apresenta altos Índices de Vegetação durante o ano todo, inclusive no período de seca, ao passo que as áreas de pastagem apresentam valores elevados no período chuvoso e sofrem com o período de estiagem.

Foi demonstrada a eficiência do geoprocessamento, através da imagens do Landsat, na separação das áreas ocupadas pela agricultura das áreas vegetadas, mesmo a vegetação sendo um alvo muito complexo, que requer análises mais precisas, pois apresenta muitas alterações ao longo do ano, seja no estado fenológico da cobertura vegetal ou em decorrência do período sazonal, e apesar das áreas de vegetação nativa encontrarem-se localizadas nas áreas de relevo acidentado, o que dificulta a sua caracterização.

Nesse sentido, as imagens Landsat, constituem-se em relevante instrumento para o monitoramento e a análise da cobertura vegetal em níveis regional e global, podendo contribuir de forma relevante para estudos de fenômenos de mudanças climáticas e sequestro de carbono, especialmente relacionados aos estágios fenológicos das pastagens e das atividades agrícolas.

Os instrumentos Landsat são gratuitos e obtidos via internet de forma relativamente simples. Apresentam grandes potencialidades de aplicações em diversas áreas do conhecimento. O seu processamento exige conhecimentos mais apurados; no entanto, nada que dificulte a sua utilização por profissionais com conhecimento nas áreas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento no mapeamento das terras, por sua praticidade e rapidez, mostrou-se útil para apoiar o monitoramento dos recursos naturais e ocupação do solo, visando subsidiar as políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. S.; VELASCO, C. A.; CURTY, L. M. S. L. O.; SILVA, M. A. B.; **Aspectos Jurídicos da biodiversidade e biotecnologia: uma análise da realidade de 1992 à 2006**. 2006. 18 f. Projeto de pesquisa – Centro Universitário Fluminense, Faculdade de Direito de Campos, Campos dos Goytacazes, 2006.

ANDRADE, P. P. Biodiversidade e conhecimentos tradicionais. **Revista Prismas**, v. 3, n. 1, p.03-32, 2006.

BINS, L. S.; ERTHAL, G. J.; FONSECA, L. M. G. Segmentação de imagens de satélite: uma abordagem crescente região. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 1996, Salvador/BA. **Anais...** INPE: SBSR, 1996.

CÂMARA, G. **Sistemas de Informação Geográfica para aplicações ambientes e cadastrais: uma visão geral**. São José dos Campos: INPE, 2001.

COELHO, I. A. M.; SERPA, P. R. K.; COELHO, O. A. M.; SILVA, J. P. F.; JUNIOR, J. M. C.; NOGUEIRA, M. Caracterização da Produção Florestal em áreas de assentamento rurais localizados no sertão pernambucano. **Revista Cientec**, v. 5, p. 78-84, 2013.

COSTA, N. M. C.; COSTA, V. C.; SANTOS, J. P. C. S. Definição e caracterização de áreas de fragilidade ambiental, com base em análise multicritério, em zona de amortecimento de unidades de conservação. In: Encontro de Geógrafos da America Latina, 2009. **Anais...** EGAL, 2009.

GALAS, N. D.; **Uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes**. 2006. 64 f. Monografia (Curso de Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2006.

LADICO, D. S.; **Biopirataria internacional, patentes e cidadania: proteção do conhecimento tradicional e do patrimônio cultural comunitário**. 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Santo Ângelo, 2011.

MENEZES, J. B. Utilização de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para a caracterização física da bacia do riacho Mulungu – Belém de São Francisco – PE. 2008. Monografia (Curso de Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologia de Aplicação. São José dos Campos: INPE, 2001.

PINTO, D. F. A Utilização do sensoriamento remoto e do geoprocessamento como ferramentas aplicadas às ciências da terra e do mar. 2001. Monografia (Curso de Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia. São José dos Campos: INPE, 1982.

RIBEIRO, F. L.; CAMPOS S. Vulnerabilidade à erosão do solo da região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 628-636, 2007.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Floresta.** 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/pernambuco/relatorios/FLOR061.pdf>. Acesso em: 31 ago 2015.

WILSON, E. O. Diversidade da vida. **Companhia das letras**, v.1; p.1-19; 1994.