

Uso e cobertura da terra associado às áreas susceptíveis a desertificação com auxílio do Sensoriamento Remoto

Laerte Freitas Dias^{1,2}
Jocimara Souza Britto Lobão^{1,3}

¹ Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, BR 116, km 03, Avenida
Universitária, CEP: 44.031- 460, Feira de Santana - Ba – Brasil.

² laertedias@gmail.com

³ juci.lobao@gmail.com

Abstrat Desertification is a generalized process of degradation that impedes economic growth and social development, consequent of deterioration of soils, water resources, vegetation, biodiversity loss, allowing a decrease in the potential of environmental resources. Over 60% of the state of Bahia is inserted in semi-arid climate, characterized by a set of physical variables, biological and social, which can trigger the desertification process. So becomes relevance the recognition of relevant forms of use and coverage of these spaces for the formulation of key indicators which contribute to the expansion of this process. In this perspective, this work has identified, mapped and analyzed the use and coverage of land in the northern state, identified as area susceptible to desertification. For this, the methodology is based on digital image processing of Landsat and Modis, associated with the interpretation of NDVI; pre-existing data and surveys of primary data in the field. The results show that the soils and vegetation are the most common resources and represent the basis of sustainability of most activities performed by the local population, which has led to their increasing exposure to erosive agents. The nature of these processes relates to agriculture associated with traditional management practices such as slash and / or indiscriminate burning of vegetation for pasture and crops, extensive breeding of goats, sheep and cattle, which generate overgrazing and soil compaction, capable of provide differential erosion that undermines the permanence of rural activities, as well as accentuate the rusticity of the vegetation.

Palavras chave: Geotechnologies, semi-arid, vegetation index, geotecnologia, semi-árido, índice de vegetação.

1. Introdução

A desertificação consiste no processo generalizado de degradação, que tem como consequência a deterioração dos solos, recursos hídricos, vegetação e perda de biodiversidade, proporcionando a redução no potencial dos recursos ambientais. Atualmente o conceito mais utilizado e aceito é o deliberado pela Convenção das Nações Unidas, onde a desertificação consiste na “degradação do solo em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e de atividades humanas” (Brasil, Agenda 21, Cap. 12, 1992). Desta maneira, tais fatores podem ser reflexos da ação conjunta entre fragilidade natural, sobretudo, por fatores morfoclimáticos associado à ação antrópica através das formas de utilização dos recursos.

O Estado da Bahia tem mais de 60% de sua área inserida no domínio climático semi-árido, caracterizado por um conjunto de variáveis físicas, biológicas e sociais, que podem desencadear o processo de desertificação. Assim, torna-se relevante o reconhecimento das formas de ocupação desses espaços para a formulação de indicadores chaves que contribuam para a ampliação dos conhecimentos a cerca deste processo.

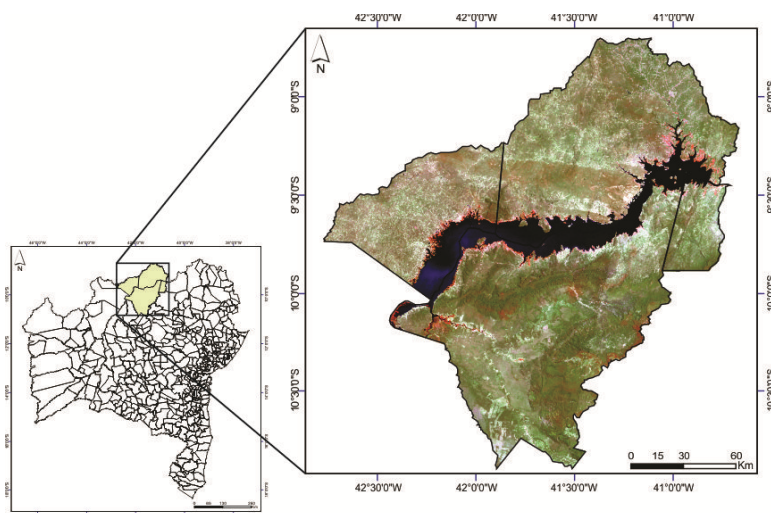
Nessa perspectiva, este trabalho teve por objetivo identificar e mapear as formas de uso e cobertura da terra na região norte da Bahia, que abrange quatro municípios: Remanso, Sento Sé, Sobradinho e Casa Nova (figura 1), enquadrada nas coordenadas geográfica 42°47'2.924" e 40°39'25.964" W e 8°40'8.999 e 10°55'14.609" S.

A delimitação da área teve como critério o fato dessa região ser classificada, de acordo com o Pan-Brasil (Brasil, 2005) como uma área suscetível ao processo de desertificação, que tem sofrido grande impacto no recurso terra, sobretudo decorrente dos diferentes graus de

interação entre os diversos tipos de uso e as fragilidades dos sistemas ambientais (Bahia, 2004).

A utilização do NDVI das imagens Landsat e Modis, foi o principal indicador físico para o processo de desertificação, com o objetivo de identificar as áreas de maior exposição do solo a partir dos níveis baixo ou ausente da vegetação.

Figura 1 – Localização da Área



Fonte: Recorte da imagem Landsat 5 cenas 217-66 de 24/09/2009, 217/67 de 24/09/2009, 218-66 de 01/10/2009; 218-67 de 15/09/2009. RGB: 473

2. Materiais e Métodos

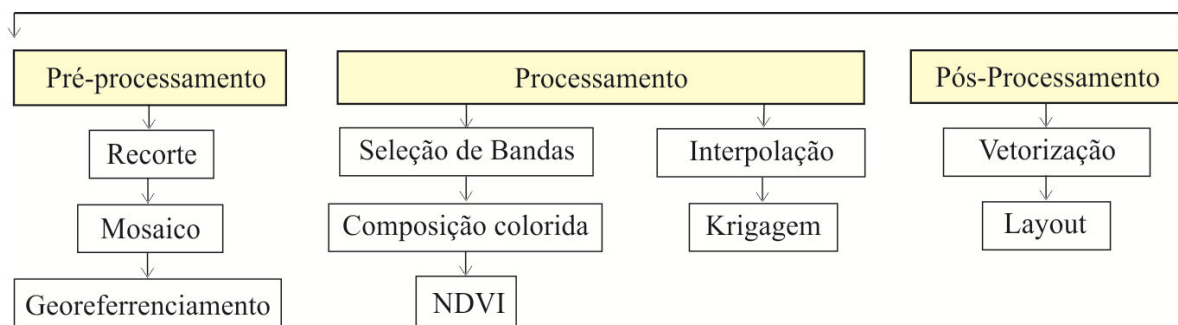
Todo trabalho é realizado com base em uma análise sistêmica, pois busca a inter-relação dos fatores ambientais. Para tanto, foi de suma importância a revisão bibliográfica dos aspectos como a desertificação, uso e ocupação do solo, Sensoriamento Remoto e o SIG.

A metodologia adotada teve como apoio o Manual Técnico de Uso e Ocupação da Terra (Brasil, 2006), o qual fornece informações conceituais de uso, ocupação e cobertura, além de auxiliar na seleção das classes, subclasses e as unidades a serem analisadas. A classificação de áreas naturais se baseia no Manual Técnico da Vegetação Brasileira proposta pelo IBGE (Brasil, 1992), fornecendo informação sobre a fitogeográfica do Brasil e suas classificações.

Em paralelo foi criado um banco de dados em SIG contendo dados secundários de fontes diversas, traçando um perfil preliminar da área e atuaram como suporte ao integrar com os demais dados.

A aquisição do Modelo Digital de Terreno (MDT) do Projeto Radar Topography Mission (SRTM/NASA) permitiu traçar um panorama sobre a superfície terrestre, que processados forneceu informação sobre a hipsometria e declividade. Sendo de suma importância na inter-relação entre as atividades antrópicas, altitude, riscos aos processos geomórficos e sua interferência na vegetação. A utilização das imagens Landsat TM (cenas 218-66 de 01/10/2009; 218-67 de 15/09/2009; 217-66 de 24/09/2009 e 217/67 de 24/09/2009) e das imagens Modis do período chuvoso (cenas MOD13A - h13 v09 e h13 v10 data 06-03-2009) e do período seco (cenas MOD13A - h13 v09 e h13 v10 16-09-2008), teve por finalidade a análise sazonal da região por meio da comparação do índice de vegetação. A partir da aquisição dessas imagens foram necessárias técnicas de processamento digital com o intuito de possibilitar melhor análise, interpretação e confiabilidade, sintetizadas na figura 2:

Figura 2: Processamento Digital de Imagem



Elaboração: Laerte Dias, 2010

Para conhecer a área de estudo e verificação *in loco* dos dados processados os levantamentos de campo constituíram numa etapa importante. Além da descrição realizaram-se o registro fotográfico das áreas mais degradadas e passíveis de desencadear o processo de desertificação.

De posse de todos esses dados, foi possível o cruzamento e análises das informações que auxiliaram na elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, viabilizando a identificação de espaços e atividades que podem contribuir no processo de desertificação.

3. Resultados e Discussões

O MDT teve como objetivo inter-relacionar os processos geomorfológicos as práticas de utilização do solo, identificando os padrões existentes e as fragilidades ao surgimento dos sistemas de erosão. Na busca de ampliar as análises e melhor detalhar as feições do relevo, realizou-se uma interpolação pelo método de krigagem que possibilitou adquirir uma resolução de 30m. Desta maneira, com o processamento do MDT foram gerados subprodutos, que auxiliaram em sua análise:

I) Hipsometria: consiste na quantificação da altitude, sendo geradas 20 classes variando de 344 à 1,285m;

II) Declividade: representa um importante instrumento de apoio na análise topografia como, por exemplo, a vulnerabilidade do solo à erosão, pois as áreas com grande declividade são mais instáveis a esses processos, assim foi confeccionada 15 classes variando de 0° a 70°. Para tanto, foram consideradas as seguintes subclasses: <1° (relevo plano), 1° a 3,6° (relevo suave ondulado), 3,7° a 5,5° (relevo médio ondulado), 5,6° a 9,9° (relevo ondulado) e maior do que 10° (relevo fortemente ondulado).

As imagens Landsat foram selecionadas utilizando como critério a disponibilidade, a aquisição recente, poucas nuvens, e, sobretudo sua data corresponder ao período seco da região, pois é a que permanece atuante em grande parte do ano.

Na fase de pré-processamento das cenas Landsat foi realizado o georeferenciamento com base nas imagens GEOCOVER, obtendo-se erro médio quadrático – (Root Mean Square - RMS) sempre inferior a 0,4 pixels, possibilitando a mosaicagem e o recorte das cenas. Após alguns testes optou-se pela composição colorida RGB 473, que através de elementos como forma, cor, textura e tamanho permitiu sua interpretação.

A partir da Imagem Landsat foi gerada o NDVI, que é um índice que possibilita a quantificação de biomassa. A geração deste índice parte do fato da vegetação ser mais refletida na faixa espectral do infravermelho próximo - NIR (0,725 a 1,110 μm), e absorver

mais radiação na faixa do visível - VIS (0,4 a 0,7 μm). Para as imagens Landsat esse índice variou de -1 à 1, sendo que valores próximos a menos um, indicam baixo índice de biomassa, e um, maior quantidade. Assim, com este recurso foi gerado, após testes, 6 classes para o NDVI que na imagem da área variam de -0,90 à 0,72 (figura 3).

O NDVI da Landsat demonstra que as classes com valores negativos (-0,90 a 0) corresponde aos locais de espelho d'água. O solo exposto, que podem estar mais degradadas variaram de 0 a 0,08 e representam 15% da área, sendo observadas em grande intensidade nos municípios de Casa Nova e Sobradinho. A classe de pouca biomassa (0,08 a 0,11) corresponde a 23%, sendo distribuída em toda região. Os índices predominante variam de 0,11 à 0,20 (verde claro) com 44% da área, sendo em sua maioria locais composto por serras relativamente vegetadas. Intervalos entre 0,20 à 0,30 e 0,30 à 0,72, são os lugares mais vegetados, correspondendo apenas, respectivamente a 5% e 2% da área, onde se observa maior preservação da caatinga (gráfico 1).

Desta forma, de acordo com o NDVI desta imagem os locais mais comprometidos estão distribuídos em diferentes pontos, sendo mais visíveis a nordeste, oeste e sul da área.

Figura 3 - NDVI da Imagem Landsat

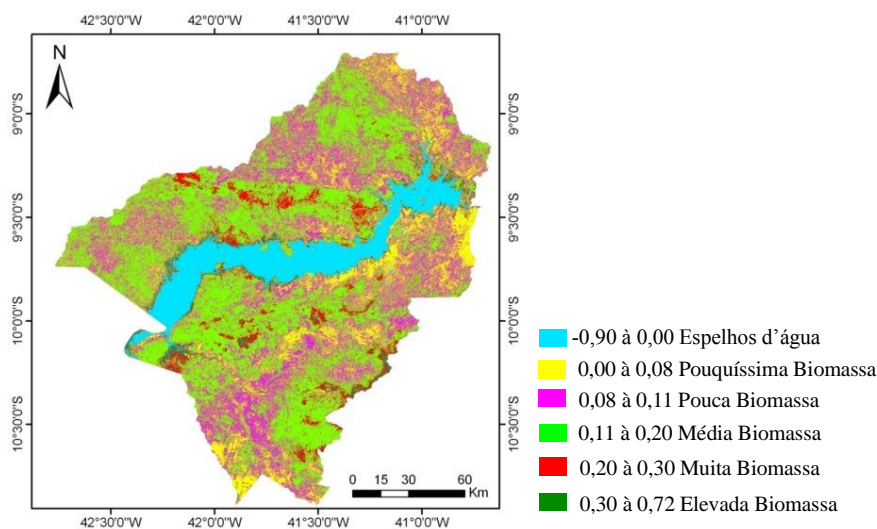
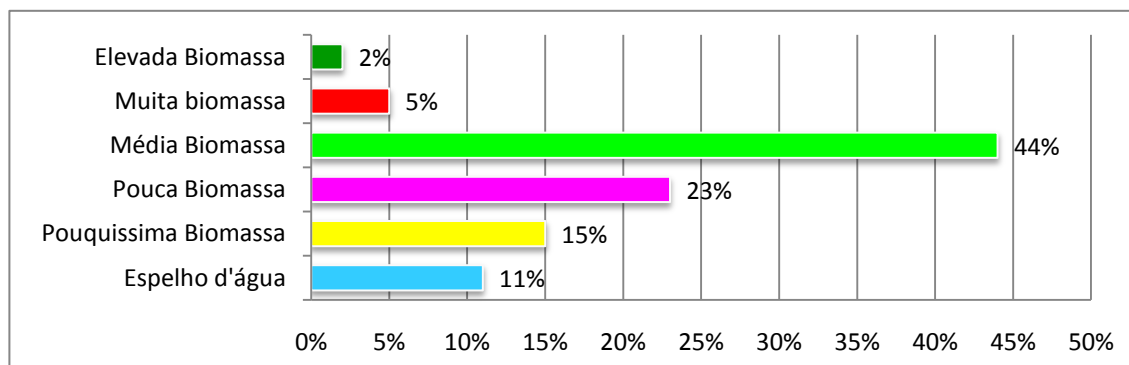


Gráfico 1: Percentual do NDVI da Landsat



Fonte: Landsat ETM + cenas 217-66 de 24/09/2009, 217/67 de 24/09/2009, 218-66 de 01/10/2009; 218-67 de 15/09/2009.

Com a criação do banco de dados e, sobretudo das imagens Landsat e o NDVI, por sua resolução de 30m, foi possível a realização do trabalho de campo. A seleção prévia dos pontos a serem visitado foram de acordo com o baixo índice de biomassa observadas na imagem. Assim, as coordenadas foram plotadas no GPS, com a meta de auxiliar na localização dos pontos principais, sendo que foram coletados em campo locais que não estavam a priori incluídos, somando um total de 45 pontos registrados. Desta maneira, foram realizadas descrições das áreas relacionadas aos aspectos referentes à geomorfologia, pedologia, uso e ocupação do solo, hidrografia e perfil socioeconômico dos locais, além dos registros fotográficos.

O sensor Modis é um radiômetro-imageador que têm possibilitado a obtenção de imagens com alta resolução temporal e elevada qualidade radiométrica e geométrica. Neste trabalho, foram utilizadas suas imagens em dois períodos distintos (seco e chuvoso), com resolução de 250m.

Nestas imagens o índice de vegetação variou de 0 à 1, sendo que valores próximos a zero significam baixo índice de biomassa, e um, maior quantidade. Após testes foram definidas 6 classes utilizadas tanto para o período chuvoso (imagem Modis de 06 de março de 2009), quanto para período seco (Imagem Modis de 16 de setembro de 2008). Este procedimento teve como propósito melhor compreender a dinâmica sazonal da caatinga, principal vegetação da área de estudo, que tem como característica preponderante a capacidade de adaptar-se a longos períodos secos e florescer com bastante vivacidade nos curtos períodos de chuva. Logo, tentar identificar nas imagens de períodos seco e chuvoso essas características possibilitou verificar a capacidade desta vegetação de recompor-se. As áreas de pouquíssima biomassa, que mesmo no período chuvoso permanece o solo exposto, sem a reconstrução da vegetação é um forte indicador de degradação que pode conduzir à desertificação.

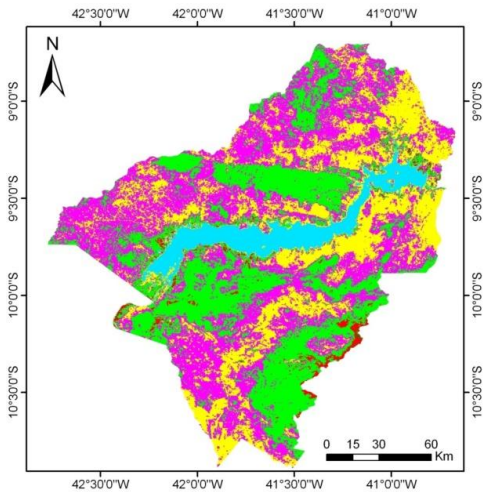
As análises das imagens Modis revelam dinâmicas diferenciadas no mês de março e no mês de setembro, pois no período de chuva (fig.5) ocorre à ampliação da vegetação e do lago Sobradinho, que recorta a área de estudo. No período seco (fig.4) verifica-se uma redução da biomassa, favorecendo a expansão de áreas com solo exposto.

A comparação entre os períodos revelam que na estação seca a classe espelho de água (0 à 0,05) ocupa 7%, enquanto que no período chuvoso há sua ampliação, passando a representar 8% em toda região.

A classe com pouquíssima biomassa (0,05 à 0,30), ocupa no período seco um total de 25%, em contra partida, em época de chuva essa classe diminui chegando a 2%. O índice com pouca biomassa (0,3 à 0,35) corresponde maior percentagem em toda época seco, atingindo 37,51%, tendo predominância no norte de Casa Nova e a oeste de Remanso. No entanto, ao utilizar à mesma classe no período chuvoso demonstra um percentual de 0,94% do total da área, sendo que o município de Casa Nova e Remanso podem ser classificados como locais com pouca degradação.

A partir do índice com média biomassa (0,35 à 0,50), observa-se a diminuição de abrangência vegetal no período seco (29%) e início da ampliação das áreas no período chuvoso (9%). Ao comparar a classe de muita biomassa (0,5 à 0,7), na estação seca abrange 1,39%, enquanto no período chuvoso corresponde 45,33%. O índice de 0,70 a 1,0 revelam a grande variação da região, pois na estação seca, esta classe é inexistente (0%). Entretanto, no tempo de chuva o mesmo índice registra 35% de biomassa em toda área de estudo. Desta maneira, locais considerados desmatados pelo NDVI no momento da seca, na estação chuvosa revelam outra realidade com a presença marcante da vegetação, demonstrando a capacidade natural de recomposição da vegetação.

Figura 4 – NDVI da imagem Modis



Fonte: Modis Cenas MOD13A - h13 v09 e h13 v10 de 16-09-2008

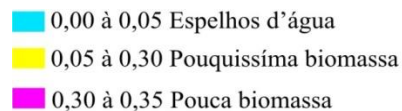
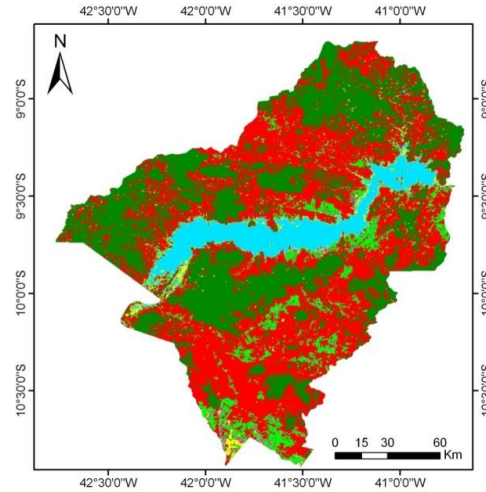
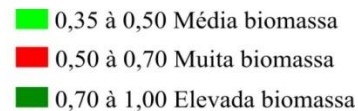


Figura 5 – NDVI da imagem Modis

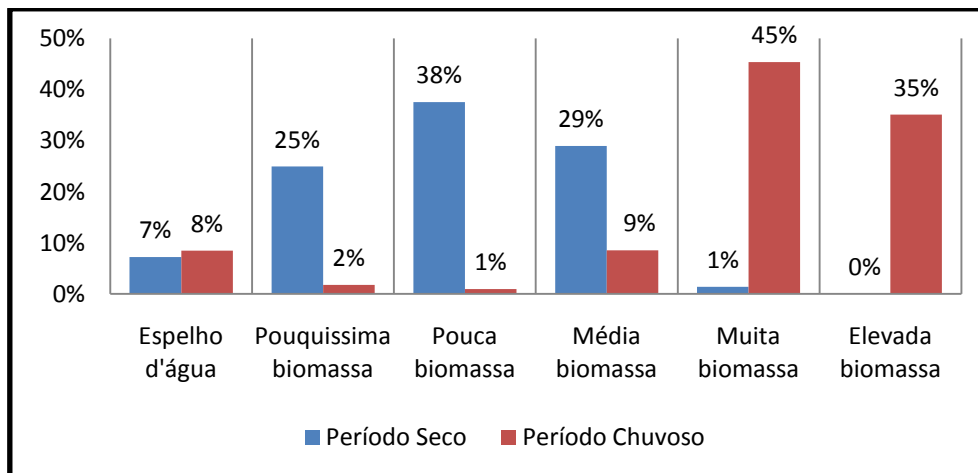


Fonte: Modis cenas MOD13A - h13 v09 e h13 v10 06-03-2009



O gráfico 2 compara e sucinta os percentuais presentes na área de estudo a partir do NDVI das imagens Modis nos períodos chuvoso e seco.

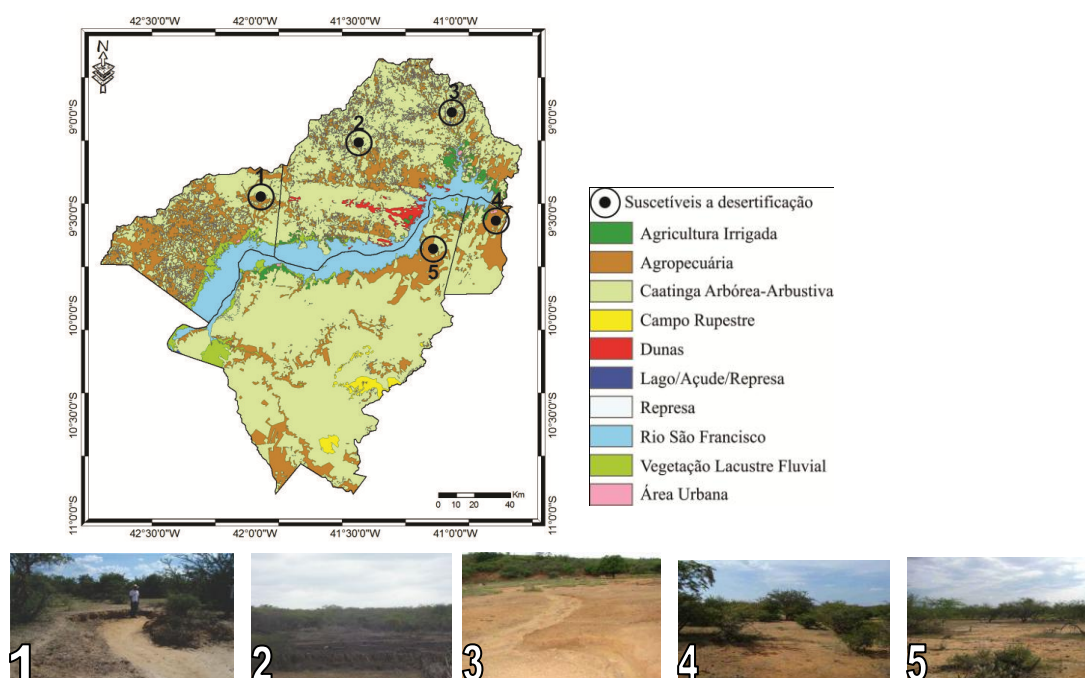
Gráfico 2 - Percentual do NDVI da Modis no período seco e chuvoso



Fonte: Baseado no NDVI das Imagens Modis do período chuvoso (Mosaico das cenas MOD13A - h13 v09 e h13 v10 data 06-03-2009) e do período seco (Mosaico das cenas MOD13A - h13 v09 e h13 v10 16-09-2008).

A associação e sobreposição de todos os produtos possibilitaram a confecção do mapa de uso e cobertura da terra da região (figura 6 e Tabela 1). Este mapa contém dez classes (re) elaboradas dos manuais de uso e de vegetação propostos pelo IBGE. Com esses dados foram apontadas áreas de risco e suscetíveis a desertificação, onde sofrem intenso processo de degradação, que tem proporcionado a intensificação dos agentes intempéricos e perda da vegetação.

Figura 6: Mapa de Uso e cobertura da terra



1: Sistema de erosão laminar – Remanso; 2: Queimadas - Casa Nova; 3: Solo exposto e pastagem - Casa Nova; 4: Agropecuária extensiva – Sobradinho; 5: Área aberta, solo pedregoso erosão e pastagem – Sento Sé

Figura 1. Mapa de uso e ocupação do solo com os principais locais susceptíveis a desertificação visitados em atividades de campo
Fonte: Dias, 2010

Tabela 1 – Análise das classes mapeadas e sua relação com a susceptibilidade a desertificação

Classes	Considerações e Análises
A área urbana	Local de uso intensivo pela população. Nesta categoria estão incluídos cidades, vilas, povoados e outros.
Agricultura Irrigada	Compreende o uso de técnicas que busca capitalização de água, sobretudo oriundas do rio São Francisco para suprir diferentes tipos de lavoura, sendo predominante no município de Casa Nova.
Agropecuária	É resultado da combinação entre a agricultura temporária, nos períodos de chuva e pecuária, sobretudo extensiva, nos período de seca onde os animais, entre eles bovinos, eqüinos e caprinos são criados soltos em meio à vegetação. Em geral são áreas extensas em que a vegetação é totalmente ou parcialmente retirada e os solos são compactados, favorecendo a ação dos agentes climáticos responsáveis pelo processo de erosão. Desta maneira, esta classe é a que mais favorece ao surgimento dos processos ligados a desertificação.
Caatinga arbórea / arbustiva	Esta classe é bastante utilizada pela população local, sobretudo nas partes mais baixa do relevo (<600m), sendo retirada para abertura de pasto e extração de lenhas. Nas áreas mais altas (>600m) a caatinga apresenta-se mais densa e preservada. Mesmo distribuída de forma fragmentada a caatinga se intercala com áreas destinadas a agricultura e pecuária. Sua preservação é de suma importância para evitar processos erosivos ligados à desertificação.
Campo Rupestre	Predominante ao sul da região sendo conseqüência dos resquícios da Chapada Diamantina setentrional.
Dunas	As paleo-dunas, originadas no quaternário são grandes depósitos de

Classes	Considerações e Análises
	areia localizadas preponderantemente, a sul do município de Casa Nova. Esta classe pode influenciar no processo de desertificação e dificulta na permanência da vegetação local.
Espelho d'água	É dividido em três classes: O rio São Francisco, principal fonte de água doce; a classe açude e lago, espalhados em diferentes localidades e a represa de Sobradinho, principal fonte de geração de energia elétrica.
Vegetação com influência lacustre fluvial	É vista nas margens do rio principal e correspondem as comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem ao efeito da cheia dos rios na época chuvosa ou, então, das depressões alagáveis todos os anos. Com esta dinâmica, suas margens apresentam forte grau de degradação, pois a população e os animais utilizam esses locais por serem, sobretudo mais úmidos.

4. Considerações Finais

Diante do que foi exposto, observa-se a relevância das geotecnologias na construção desta pesquisa, bem como na elaboração final do mapa de uso e sua relação com as áreas mais degradadas. Tal instrumento possibilitou viabilidade e segurança nos resultados obtidos, além de potencializar nos estudos ligados a leitura e modelagem espacial.

Os municípios de Casa Nova, Remanso, Sento Sé e Sobradinho, são áreas de grande fragilidade natural causada, sobretudo, pelo clima árido presente na região. Assim, a forte dinâmica sazonal, com secas prolongadas contribui no aspecto rústico da vegetação, que interligado as atividades exercidas pela população local, contribuem na exposição do solo aos agentes erosivos que conseqüentemente inviabilizam a recuperação natural do sistema, como também dificulta o desenvolvimento das atividades humanas, uma vez que os solos e a vegetação são os recursos mais utilizados e representam a base de sustentabilidade familiar.

No entanto, observa-se que as poucas chuvas concentradas em um período do ano favorecem na recuperação e afloramento da vegetação, sobretudo em locais antes considerados com pouquíssima biomassa, o que demonstra a forte capacidade regenerativa do ambiente. Porém, caso não haja uma intervenção nas atividades exercidas, podem a longo prazo ampliar os desequilíbrios ambiental proporcionando a incapacidade de recuperação, mesmo em épocas de excedente de chuva.

Os resultados aqui obtidos não buscam encerrar os estudos que se relacionam ao uso e manejo do solo e as questões ambientais. Desta maneira, podem subsidiar outros trabalhos na compreensão da dinâmica exercida na região que envolve a ação antrópica e seu reatamento no meio natural.

5. Referências

Bahia. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL - CAR. **Programa de desenvolvimento regional sustentável - PDRS**: Baixo Médio São Francisco. Salvador, 2004. 232p

Brasil. **Agenda 21**. Ministério do meio ambiente. – MMA, 1992. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18>. Acessado em: 14/09/2009.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual técnicos em Geociências: Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992.

Brasil. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**: PAN-Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2005. 213p.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual Técnicos em Geociências: Manual técnico de uso da Terra**. 2ed. Rio de Janeiro, 2006.