

DOMÍNIO MORFOCLIMÁTICO SEMIÁRIDO E CONDICIONANTES PARA A DESERTIFICAÇÃO NO TERRITÓRIO DO SISAL (BAHIA)

Mílvia Oliveira Cerqueira
Universidade Estadual de Feira de Santana
milviageografia@gmail.com

Raquel Matos Cardoso Vale
Universidade Estadual de Feira de Santana
valeraquel@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

RESUMO

Em ambientes semiáridos a exploração do patrimônio natural, bem como o uso e a ocupação desordenada dos seus recursos, onde predominam técnicas e manejos inadequados, possuem estreita relação com processos de degradação e desertificação. O objetivo deste trabalho é identificar os condicionantes morfoclimáticos do Território do Sisal (Bahia) que o tornam vulneráveis à desertificação e que motivaram sua inserção pelo MMA em 2007, nas Áreas Suscetíveis à Desertificação no nordeste brasileiro. Foram empregadas técnicas de sensoriamento remoto para processar o modelo digital do terreno (SRTM/NASA, 2003) e o índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, obtido em imagens Landsat 5TM (2007/2008) a fim de subsidiar a sistematização das variáveis morfométricas do relevo, bem como da cobertura vegetal. Essas informações, organizadas e sistematizadas em ambiente SIG, compuseram um banco de dados, a partir do qual foram analisados os condicionantes morfoclimáticos. A Depressão Sertaneja figurou como a mais representativa das áreas degradadas e suscetíveis à desertificação do Território do Sisal.

ABSTRACT

In semiarid environments the exploitation of natural heritage, as well as the use and sprawl of its resources, prevailing techniques and inadequate management, have a close relationship with degradation and desertification. The objective of this study is to identify the determinants morphoclimatic Planning Sisal (Bahia) that make it vulnerable to desertification and that motivated their inclusion by the MMA in 2007, Areas Susceptible to Desertification in Northeast Brazil. We used remote sensing techniques to process digital terrain model (SRTM/ NASA, 2003) and Vegetation Index Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), obtained in 5TM Landsat images (2007/2008) in order to subsidize the systematization of the variables morphometric relief and vegetation cover. This information, organized and systematized into a GIS environment, composed a database, from which we analyzed the conditions morphoclimatic. Depression Sertaneja figured as the most representative of degraded areas susceptible to desertification and the Territory of Sisal.

INTRODUÇÃO

A ocupação de terras por atividades agropastoris, mineradoras, urbanas e industriais é uma prática que historicamente ocorre de forma insustentável e, aliada às condições ambientais do domínio morfoclimático semiárido, potencializa a vulnerabilidade ao processo intempérico-erosivo, conseqüentemente, elevando sua suscetibilidade à degradação e à desertificação. O processo de degradação e seu estado mais avançado, a desertificação, têm relação direta com as formas de exploração e técnicas de manejos inadequados, o que compromete o equilíbrio dinâmico do ambiente,

acarretando conseqüências danosas para a humanidade, como queda da produção biológica e agropecuária, insegurança alimentar, e abandono das áreas afetadas.

O semiárido baiano possui um perfil natural em que as marcas de deterioração e/ou degradação natural são evidentes. Quando as atividades humanas ocorrem de forma insustentável, desequilibra o sistema ambiental e instaura um crescente empobrecimento da vida natural e da dinâmica social. O Território do Sisal é uma unidade de gestão estadual inserida no domínio morfoclimático semiárido, compreendido entre as latitudes 09°46'18" e 12°11'23" S e longitudes 38°06'09" e 40°24'52" W (fig. 1). Sua paisagem natural é marcada por uso e ocupação desordenados do solo, atividade mineradora, com intenso desmatamento da Caatinga e do Cerrado para ampliação de pastagens e áreas de cultivo, o que tem ocasionado perda no potencial agrícola dos solos, elevação da aridez e suscetibilidade ao processo de degradação/desertificação.

O Território do Sisal tem como principais características:

- Irregularidade na distribuição das chuvas, com dois períodos sazonais destacados: um chuvoso e outro seco;
- Ocorrência do fenômeno da seca, elevação do índice de aridez, e conseqüentes indícios do processo de desertificação (PAN, 2004);
- Caatingas arbustivo-arbóreas e herbáceas predominam na Depressão Sertaneja. Cerrados ocorrem em tabuleiros sedimentares;
- Hidrografia dotada de intermitência de rios e riachos devido à má distribuição sazonal e espacial da chuva;
- Vulnerabilidade de solos e conseqüente denudação, promovida pela erosão. Conjunto de fenômenos que elevam a suscetibilidade ao processo intempérico-erosivo;

A desertificação é um fenômeno de autoaceleração e retroalimentação (BISWAS e BISWAS. in: MENDONÇA, 2007) uma vez iniciado, os custos para a recuperação de áreas atingidas elevam-se absurdamente; acarretando conseqüências danosas, como: deterioração de serviços públicos, mazelas sociais, epidemias, fome, miséria e violência, que refletem índices sociais e econômicos muito baixos. Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) (BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, 2005), a desertificação é “um processo de degradação das terras áridas,

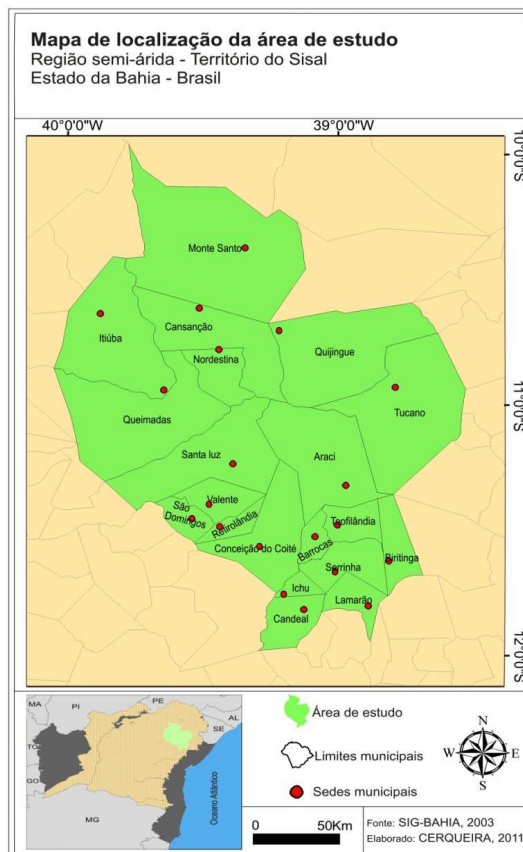


Figura 1: Território do Sisal – Bahia (Brasil)

semiáridas e subúmidas secas, resultante de variações climáticas e atividades humanas” (ONU, 1997) que incide sobre 33% da superfície da terra, onde vivem 42% da população do planeta (PAN BRASIL, 2004). É considerada também como a extensão e intensificação das condições de deserto, com declínio duradouro da produtividade biológica de determinada área (WARREN,1992). Esses conceitos nortearam o arcabouço teórico-metodológico desta pesquisa.

A depender da intensidade de degradação e seca ocorrida, determinada área pode levar décadas ou séculos para se recuperar, e caso não seja cuidadosamente tratada, a terra poderá não se recuperar completamente, causando uma queda permanente de produtividade, com aumento da aridez, incorporando as condições de deserto e esterilidade ambiental (WARREN, 1992). A aridez é caracterizada pelo desequilíbrio entre oferta e demanda de recursos naturais, característica de regiões semiáridas/áridas, que possuem uma sazonalidade na distribuição das chuvas, com dois períodos destacados um chuvoso e outro seco, nas quais a razão de precipitação anual e evapotranspiração potencial estão compreendidas entre 0,05 e 0,65 (ONU, 1997). A seca é comum às regiões áridas e semiáridas, é um fenômeno esporádico, porém sua repetida ação ocasiona a aceleração do processo de desertificação, caracterizada também pela ausência, escassez, quantidade limitada e má distribuição das chuvas, provocando desequilíbrio (stress) hídrico (PAN, 2004).

A seca, aridez e desertificação são fenômenos associados. Quando ocorre degradação ambiental nestes domínios, as condições para ocorrência da desertificação são potencializadas. Segundo o ECO 92 (in: EMBRAPA, 1995) essa degradação está associada à deterioração da fauna e flora, bem como à degradação e denudação do solo, de redes hidrográficas e desequilíbrio no ciclo hidrológico (como secas e enchentes), potencializados pela perda da cobertura vegetal; à contaminação de águas subterrâneas (condições geohidrológicas); e à decadência da infraestrutura econômica e social.

No Brasil as áreas atingidas pela seca compreendem o Polígono das Secas e o domínio morfoclimático semiárido, ocupando 62% do Nordeste, uma superfície de 1.130.790,53 km² (MARENCO, 2008). O semiárido baiano ocupa a maior porção territorial no Polígono das Secas (36,64%), onde se insere o Território do Sisal, que se pode observar: comprometimento dos recursos naturais, sinais evidentes de degradação; remoção da cobertura vegetal e salinização dos horizontes superficiais do solo; redução da capacidade de retenção de água; existência de áreas com camadas de seixos e matacões; exploração desordenada da Caatinga.

O conceito de domínio morfoclimático de Ab’ Saber (1970), para o qual os atributos físicos da paisagem – substrato rochoso e constituintes litológicos, as formas do relevo, clima, hidrografia e vegetação – determinam conjuntos de processos que têm forte influência e são, de fato, os próprios condicionantes morfoclimáticos. À luz destes princípios esta pesquisa selecionou a morfometria do relevo e o índice de vegetação, como variáveis condicionantes para as feições de paisagens desenvolvidas no Território do Sisal.

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) possibilitaram o manuseio de dados e o processamento das imagens dos sensores SRTM/NASA (2003) e Landsat 5TM. A aplicação do Índice de Vegetação NDVI, elaboração de mapas temáticos, aliados a pesquisa de campo, portaram-se como ferramentas fundamentais na elaboração de um banco de dados coeso e consistente. Tal ferramenta tornou-se um subsídio coerente para analisar, de forma integrada, os condicionantes morfoclimáticos do Território do Sisal, auxiliando na identificação das áreas mais degradadas e deterioradas, com base nos condicionantes morfoclimáticos que integram esta paisagem natural.

OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho visam identificar os condicionantes morfoclimáticos dominantes no Território do Sisal (Bahia) que o identificaram como Áreas Suscetíveis à Desertificação, tendo por parâmetro as variáveis morfométricas do relevo e o índice de vegetação.

MATERIAL E MÉTODO

Por meio dos dados do MDT/SRTM-NASA (2003), disponíveis no site <<http://www.dds.cr.usgs.gov>>, foram extraídas cotas altimétricas, estas submetidas a *krigagem* linear (VALERIANO, 2004), que propiciou um aumento na resolução espacial, antes de 90m, para 30m, de onde, por conseguinte, elaborou-se variáveis morfométricas do relevo. O índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* foi aplicado sobre imagens Landsat 5 TM (216/67,68 e 217/67,68, imageadas em período seco, nos anos de 2008 e 2007), adquiridas no site <<http://www.dgi.inpe.br/CPSR>>. Foi realizado mosaico das imagens Landsat e, posteriormente, aplicado o índice, e classificação do produto, a fim de melhor visualizar a cobertura vegetal, bem como quantificar e qualificar as classes de vegetação. A pesquisa de campo permitiu validar as informações sistematizadas em laboratório, além de ter possibilitado o contato direto com áreas degradadas, com avançado quadro de desmatamento e deterioração. Todas as informações foram integradas e sistematizadas para identificar os condicionantes morfoclimáticos do Território do Sisal.

RESULTADOS e DISCUSSÕES

➤ Padrão fisiográfico da paisagem.

O arcabouço geológico-litológico do Território do Sisal é diverso tanto em sua origem, quanto em idade e distribuição espacial. A maior parte das rochas cristalinas encontra-se encravadas em gnaisses e migmatitos do Cráton do São Francisco, e constitui um mosaico de unidades estruturais. O Cráton comporta também o *Greenstone Belt do Rio Itapicuru (GBRI)*. Na extensão leste do Território localiza-se parte da Bacia Sedimentar Recôncavo-Tucano, com tabuleiros de topos planos e tabulares, compostos basicamente por folhelhos. O Território apresenta, portanto, dois

grandes compartimentos de relevo: a Depressão Sertaneja Periférica e Interplanáltica, localizada na porção oeste e os tabuleiros sedimentares dispostos à leste (SIG-BAHIA, 2003). A Depressão é limitada por relevos planálticos de serras e maciços residuais, além de comportar pedimentos funcionais ou retocados por drenagem incipiente; formada por processos de pediplanação (CASSETI, 2005). Os tabuleiros abrigam formas de dissecação e aplanamentos (SIG-BAHIA, 2003).

A vegetação predominante no Território é o bioma endêmico Caatinga arbóreo/arbustiva, com remanescentes de Cerrado na porção leste (tabuleiros). O subtipo arbóreo/arbustiva caracteriza-se pela deciduidade na estação seca, e rápido brotamento no período chuvoso, devidos ao stress hídrico persistente no semiárido. A apropriação deste patrimônio natural com a extração da mata nativa para formar pastagens e cultivos, aponta para a dinâmica agropecuária, que suprimiu grande parte do mesmo. O predomínio dessas atividades em todo o Território é um dos grandes responsáveis pela pressão exercida sobre os remanescentes de caatinga e também de cerrado. Este se distribui sobre os tabuleiros, onde é menor a rusticidade climática, devido à altitude. Dentre outros fatores, a dificuldade de cultivo, o relevo, solos e drenagem, concorrem para a conservação dos remanescentes de cerrado, muito maior do que as caatingas situadas na depressão.

O avanço da degradação e expansão de áreas com solo exposto aponta para vulnerabilidade à desertificação, principalmente em áreas a NW e SW, evoluindo para porções a NE, do Território. A apropriação e agregação de áreas à agropecuária são fenômenos crescentes; a pressão exercida sobre regiões que ainda preservam remanescentes de caatinga e cerrado podem estar acarretando o comprometimento da nutrição dos solos e aumentando essa vulnerabilidade ao processo intempérico/erosivo, cenário já em curso na região.

A distribuição dos solos é diversa, variando segundo o padrão geológico/litológico, composição mineralógica, domínio morfoclimático e drenagem. Nas regiões áridas e semiáridas, devido às altas amplitudes térmicas, predomina o intemperismo físico, grande responsável pela constituição granulométrica dos sedimentos do regolito. Os solos desenvolvidos nessas condições são predominantemente rasos e com pedregosidade superficial, apresentam-se friáveis e com alta suscetibilidade à erosão devido à forte permeabilidade e predomínio da morfogênese.

A área em estudo apresenta algumas classes de solos características do semiárido: os Planossolos Hápicos, solos típicos de regiões baixas, planas ou suavemente onduladas, muito comuns na Depressão Sertaneja. A classe dos Neossolos é significativa no Território, compreendem solos minerais muito jovens, de pequena espessura, escassez de material orgânico, resistência ao intemperismo e poucas alterações em relação ao material originário (EMBRAPA, 2006). Os Vertissolos são pouco profundos, imperfeitamente drenados, permeabilidade lenta, com concentração de argila expansiva (tipo 2:1), que ocasiona a ocorrência das gretas de contração (LEPSCH, 2002). Os Latossolos vermelho-amarelos distróficos são solos maduros, avançados no

estágio de intemperização, bem drenados e com baixo teor de matéria orgânica, formados sobre lateritas e folhelhos, distribuídos sobre os tabuleiros sedimentares (EMBRAPA, 2006).

O Território do Sisal encontra-se totalmente inserido no domínio morfoclimático semiárido, caracterizado pela existência de períodos muito secos (400mm/ano) e estação chuvosa, que não ultrapassa 900mm anuais. As temperaturas médias oscilam entre 20,7° a 26,8°C, com amplitude térmica entre 7° e 15°C. Este padrão das condições meteorológicas resulta em um índice de aridez acentuado, entre 30 e 66 %, e evapotranspiração real entre 339 a 916mm (SEI, 2009), que, contudo, variam espacialmente segundo o período do ano, unidades e feições geomorfológicas, circulação atmosférica do continente sul-americano e processos de retroalimentação entre a biomassa e o ciclo hidrológico. As menores isoietas estão localizadas no entorno do município de Cansanção (400 e 500mm), e as maiores à E do município de Tucano, sobre os tabuleiros, além das áreas abrangidas pelas bacias hidrográficas. Sobre a Depressão ocorrem isoietas de 600mm (SEI, 2009).

No ano de 2005 o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), aprovado pela Resolução CONERH nº 01/05, redefiniu a regionalização dos recursos hídricos estaduais, com base em unidades de gestão: as Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA's). O Território encontra-se inserido em três RPGA's, dentre elas, três de gestão estadual: Recôncavo Norte, Rio Itapicuru, Rio Paraguaçu; e uma de gestão compartilhada com o estado de Sergipe: Rio Vaza-Barris. Localizada a sudeste, a bacia do Recôncavo Norte, se estende sobre os tabuleiros e a Depressão. Está sob influência de isoietas entre 700 e 900 mm no trecho semiárido. A bacia do Rio Itapicuru é a mais representativa no Território e é um recurso hídrico de grande importância para a região, tanto na manutenção do equilíbrio ambiental (áreas de Caatinga, remanescentes de Cerrado e pastagens) seja na dissecação e/ou ravinamento dos tabuleiros e dos domínios cristalinos da Depressão, ordenando a drenagem e colocando em destaque os interflúvios. Esta bacia tem uma forma alongada, com sentido do curso principal de W para L, sob isoietas de 600 mm. Sua extensão totaliza 350 km de comprimento e 130 km de largura, ocupando uma área de 36.440 km² (90% contidos no polígono da seca) (CBH, 2007). A bacia do Rio Paraguaçu, localizada sobre a Depressão, possui 54.877 km² de extensão. A bacia do Rio Vaza-Barris tem gestão compartilhada com Sergipe e sua representatividade no Território do Sisal é pequena, com área total de 17.000 km² (CBH, 2007).

➤ **Morfometria do relevo**

A utilização de radar no sensoriamento remoto de superfícies pauta-se em sinais de retorno, que, segundo Florenzano (2008), são influenciados por parâmetros definidos pelo próprio sistema sensor e pela superfície observada. A Missão Topográfica por Radar do Ônibus Espacial *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) foi fruto de uma parceria entre a Nasa e a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA). O sobrevôo do SRTM ocorreu de 11 a 22 de fevereiro do ano de 2000, coletando dados que totalizaram 80% do planeta, visando a elaboração de um Modelo Digital de

Elevação (MDE) mundial. Existe uma variedade de terminologias para designar modelos digitais; segundo Barros (2005) a diferença entre MDE e o Modelo Digital de Terreno (MDT), é que, enquanto o MDE é uma representação da topografia do relevo, o MDT é uma representação matemática computacional de ocorrência de um determinado fenômeno, a diferença é muito sutil e não compromete, de forma significativa, a escolha por uma ou outra.

Algumas características indesejáveis do SRTM influenciam na análise dos dados, como as falhas representadas por cotas altimétricas negativas (sombreamentos e espelhos d'água), que podem ser reconhecidas e operacionalizadas de forma cuidadosa para; a sensibilidade a objetos presentes sobre a superfície, representando um limite indesejável à precisão altimétrica dos dados gerados, principalmente em áreas de pequena amplitude de relevo. A utilização dessas ferramentas demanda do desenvolvimento de processos de pré-tratamento, para a obtenção de dados verossímeis.

Dentre os processos de pré-tratamento, os métodos de interpolação por vizinhança são os mais utilizados em pesquisas que utilizam dados SRTM. Foi necessária a correção de áreas com vazios de dados no MDT original, correspondentes a espelhos d'água e sombras de relevo, resultantes do processo de imageamento do sensor. Originalmente os dados do MDT/SRTM possuem 90m de resolução espacial, necessitando assim de interpolação por meio da *krigagem* linear. A *krigagem* é um interpolador que se enquadra de forma satisfatória na elaboração de subprodutos a partir do MDT, por “calcular a cota de um ponto de interesse pela média ponderada das amostras de sua vizinhança” (FLORENZANO, 2008, p.77), que através de geostatística, distribui os pesos de acordo com a variabilidade espacial, apresentando assim vantagens na suavização das mudanças abruptas de altitude de relevo. A *krigagem*, por permitir uma melhor resolução espacial, auxilia na acuidade visual e operacional das feições topográficas do relevo, possibilitando a elaboração de subprodutos com variáveis topográficas e morfológicas. Após testes, foi possível chegar a uma resolução de 30m, que expressou melhor as unidades de relevo: encostas, topos, rede fluvial, níveis de dissecação.

Posterior ao processo de *krigagem*, foram elaboradas variáveis topográficas ou subprodutos do MDT: altimetria, relevo sombreado, declividade, aspecto, e curvas de nível, cuja utilização tem se tornado uma prática recorrente entre pesquisadores como Valeriano (2004/2007), Florenzano (2008) Silva (2007) e Becegato (2009). Estudos aplicados à análise e caracterização ambiental corroboram que a diversidade de compartimentos e amplitudes de relevo, ou seja, os diversos estratos geomorfológicos condicionam os padrões fisiológicos e sazonais da paisagem. A extração das variáveis morfológicas em ambiente SIG permite a visualização desses estratos geomorfológicos e consequentemente subsidia a análise sistêmica da paisagem (VALERIANO, 2004).

Altimetria

Ao elaborar o mapa hipsométrico (fig. 2) foram realizados alguns testes para a classificação altimétrica do relevo. Os valores variaram de 124 a 906m, portanto com uma amplitude de 782m; foram escolhidas 5 classes que refletiram os principais compartimentos topográficos do relevo:

1. A classe que varia de 124 a 260m, corresponde aos leitos menores e vazantes dos principais cursos d'água das bacias hidrográficas.
2. A classe de 260 a 332m identifica os leitos maiores e organização da drenagem.
3. A classe de 332 a 404m demarca o encaixamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru, entre o alto e médio curso, no limite dos interflúvios.
4. A classe de 404 a 530m corresponde aos tabuleiros sedimentares cujos topos altos e tabulares destacam

o gradiente altimétrico em relação às baixas cotas altimétricas do Rio Itapicuru. Este sistema hidrográfico é um dos responsáveis pela dissecação do relevo. Nessa classe também se destacam os relevos residuais principalmente a N, NW e SW.

5. A classe de maiores altitudes 530 a 906m corresponde à Serra de Itiúba e aos relevos residuais ao N do Território, no município de Monte Santo.

Curvas de nível

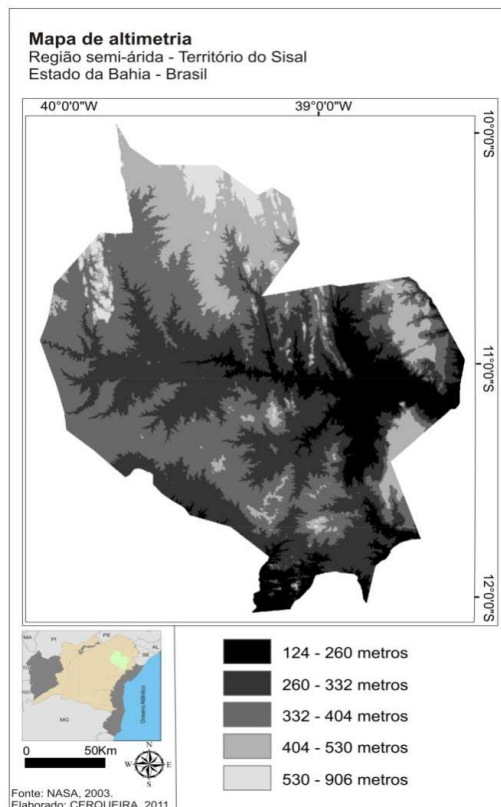
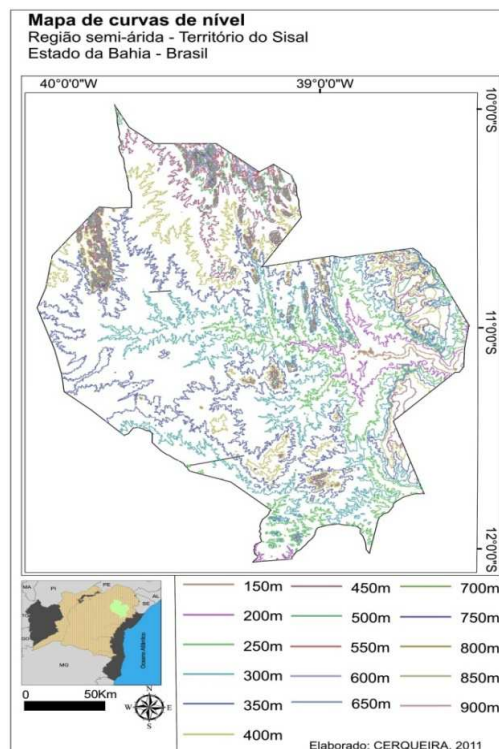


Figura 2: Mapa hipsométrico.



As curvas de nível demarcam áreas de mesma altitude e indicam a transição ou passagem entre superfícies planas e inclinadas, rupturas naturais de declive. Durante a elaboração desse subproduto foram realizados testes de equidistância entre as curvas de nível, que melhor identificassem os padrões topográficos do Território. A equidistância mais adequada foi de 50m. (fig.3): a bacia hidrográfica do Rio Itapicuru, delimitada pelos interflúvios na cota de 350m e leitos menor e vazante entre as cotas de 150 a 200m. As encostas dos tabuleiros localizam-se entre 350 a 500m, com trechos escarpados, enquanto os topos tabulares estão entre 450 e 500m. As encostas mais íngremes localizam-se na Serra de Itiúba e maciços residuais variando entre 750 e 900m.

Declividade

Segundo Florenzano (2008), a declividade evidencia a transição de estratos altimétricos e a curvatura do relevo, evidenciando “segmentações do terreno em unidades homogêneas” (FLORENZANO, 2008, p.93). Com base nessa segmentação a declividade foi separada em 5 classes, de 0° a 44°, variando de superfícies totalmente planas a segmentos muito íngremes (fig. 4). A classe entre 0° a 1,72° refere-se às áreas planas da Depressão, mais notáveis a SW, sobre o Pediplano Sertanejo e topos dos tabuleiros (E).

Um tênue aumento de declividade é representado pela classe que varia de 1,72° a 4,30°; nela os principais canais de drenagem, ravinas e cicatrizes de dissecação estão delineados. As áreas que representam encostas estão identificadas na classe de 4,30° e 9,12°, destacando as encostas dos tabuleiros, que perdem declividade ao atingirem os topos planos. As classes de 9,12° a 44° representam as declividades mais acentuadas do Território, que correspondem a Serra de Itiúba (NW) e aos residuais.

Relevo sombreado

O relevo sombreado (fig. 5) permitiu uma melhor visualização da rugosidade do terreno, dos parâmetros estruturais, organização e padrão da rede hidrográfica, feições de modelados lineares, planos, tabulares, côncavos, convexos, rupturas de declive.

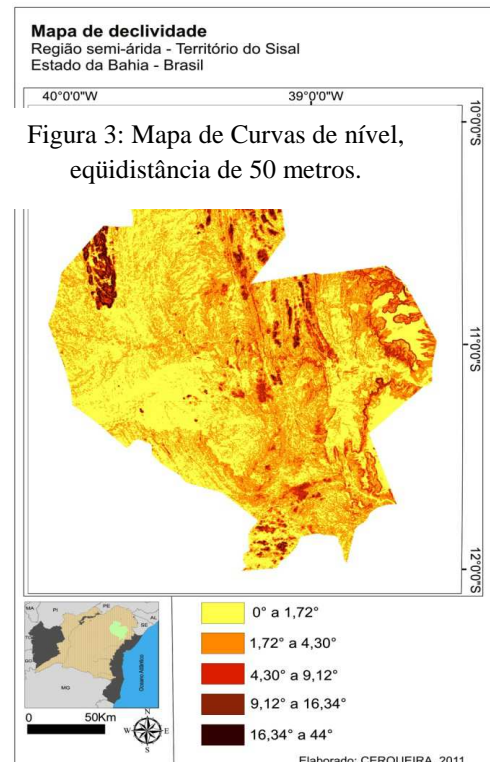
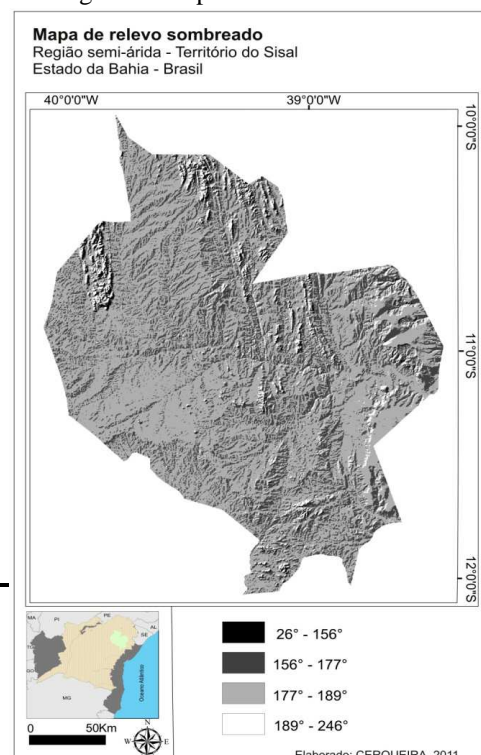


Figura 4: Mapa de Declividade



O ângulo de sombreamento variou de 26° a 246°, fruto da rugosidade do relevo, e possibilitou separar conjuntos diferenciados entre si. O curso principal da bacia do Rio Itapicuru, bem como de seus principais afluentes, a disposição das serras e residuais, a rugosidade das superfícies, as áreas planas da depressão e dos tabuleiros, foram ressaltados através da imagem sombreada. As feições altas e planas dos tabuleiros foram bem delineadas, além da dissecação, das escarpas, vertentes e ravinamentos.

Figura 5: Mapa de Relevo sombreado

➤ Índice de vegetação e cobertura vegetal

Na literatura existente, muitos são os índices de vegetação indicados para explorar as propriedades espectrais da vegetação. A região espectral do visível está associada à absorção da radiação solar pela ação dos pigmentos fotossintetizantes, a região espectral do infravermelho próximo está associada ao espalhamento da radiação no interior das folhas, quanto maior densidade da cobertura vegetal, menor reflectância no visível e maior no infravermelho próximo (PONZONI, 2007).

Os índices de vegetação são relacionados a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como biomassa e área foliar. Rouse et al. (1973, in: PONZONI, 2007), propõe o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada pautado no intervalo de -1 (menor biomassa) a +1 (maior biomassa). O Índice de

vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI foi aplicado nas imagens Landsat 5TM/RGB:3,4,5 (fig. 6). A aplicação desse índice permite o monitoramento e análise sazonal, interanual e temporal da cobertura vegetal, possibilitando inferências acerca da conservação de biomassa. A distribuição das classes de NDVI variou entre -0,9726 a 0,7053.

Na tabela 1 consta a relação NDVI com sua área de abrangência: as regiões de menor valor, com exceção dos espelhos d'água e sombreamentos, correspondem às áreas de maior índice de exposição do solo, ocupando 7,4% do Território, constituindo áreas mais degradadas, com presença marcante de afloramentos rochosos e biomassa escassa. O sentido da evolução do uso da terra e exploração do patrimônio natural está representado na classe entre 0,17 e 0,25, 16,653% do Território, indicando a pressão de apropriação de áreas sobre ambiente natural mais conservado:

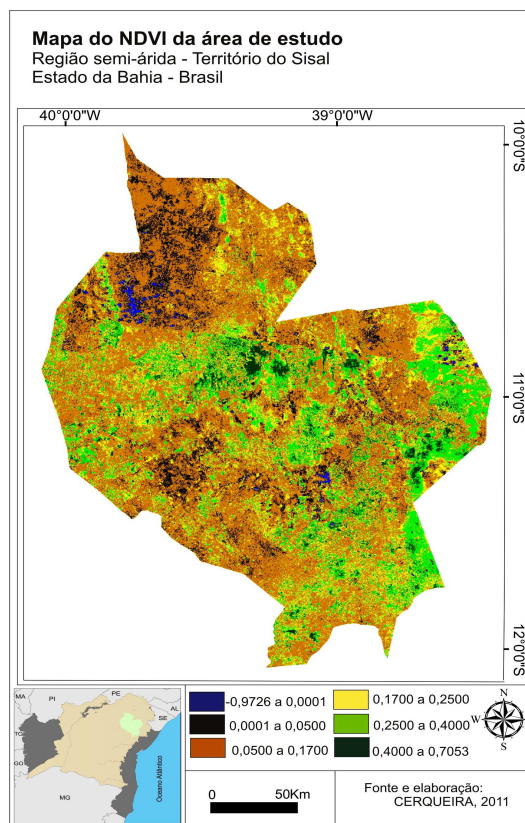


Figura 6: Distribuição das classes de NDVI aplicados a imagens Landsat 5 TM, RGB: 3,4,5.

Tabela 1: Classes de NDVI e suas extensões

Classes		% da área em estudo	Km ² da área em estudo	Descrição
1	-0,9726 a 0,0001	0,835	168,912	Espelho d'água, sombra de nuvem e relevo
2	0,0001 a 0,0500	7,400	1.496,938	Áreas mais suscetíveis a desertificação
3	0,0500 a 0,1700	57,980	11.728,710	Áreas de uso intenso do solo (Agropecuária)
4	0,1700 a 0,2500	16,653	3.368,717	Áreas que indicam a evolução atual do uso do solo
5	0,2500 a 0,4000	13,740	2.779,449	Áreas de caatinga arbórea/arbustiva
6	0,4000 a 0,7053	3,392	686,164	Áreas de maior índice de vegetação. Caatinga arbórea/arbustiva e cerrado
Total		100	20.228,89	

CERQUEIRA M., 2011

CONSIDERAÇÕES

A apropriação do patrimônio natural pela sociedade é uma prática milenar. A utilização de técnicas e manejos evoluiu para atender as mais diversas demandas, entretanto os padrões de exploração, as práticas extensivas da agropecuária, mineração, extração de matérias-primas, de fontes de energia, dentre tantas outras, exercem grande pressão sobre os recursos ambientais, desencadeando desequilíbrios ambientais, a exemplo da degradação e sua versão mais aguda, a desertificação.

A heterogeneidade nas características fisiográficas do semiárido é um fator não desprezível para a exploração adequada e sustentável do patrimônio natural da região. O Território do Sisal possui elementos pedogenéticos, morfodinâmicos e remanescentes de vegetação que necessitam de usos e manejos que considerem as particularidades naturais, contribuindo para a diminuição da deterioração do patrimônio natural, o que potencializa as condições de aridez. A Depressão Sertaneja corresponde à área de maior uso pela agropecuária, conforme NDVI, um ambiente notadamente contrastante: feições de relevos aplanadas, pediplanadas, com serras e residuais (inselbergs) e lajedos. Nas áreas planas da Depressão encontram-se Neossolos e Planossolos, bastante utilizados para pastagens e agricultura familiar, expondo-os à intensa ação intempérica e erosiva, pela retirada da cobertura vegetal e conseqüente remoção das raízes que funcionariam como aglutinador dos grãos e coesão dos solos. Ainda na Depressão, as áreas de menor altitude (124 a 400 m) e declividade (0° a 4,3°) distribuem-se amplamente e comportam o alto e o médio curso da bacia do rio Itapicuru. As áreas de maior altitude (500 a 906 m) estão na Serra de Itiúba e maciços residuais.

O NDVI permitiu identificar a distribuição da biomassa e remanescentes de caatinga e cerrado; áreas de uso intenso e evolução da exploração do patrimônio natural, apontando assim, a localização de áreas mais deterioradas. Em locais pontuais da Depressão encontram-se remanescentes

de caatinga arbóreo-arbustiva, principalmente na planície aluvial do Rio Itapicuru, topo da Serra de Itiúba e esporadicamente em outras áreas menores. O NDVI não possibilitou a diferenciação entre matas primárias e secundárias, visto que o sensor capta os estratos superiores (dossel) das árvores.

O domínio da bacia Recôncavo-Tucano abriga as formas sedimentares do Território do Sisal, como folhelhos e arenitos, que em sistema com as feições de relevo tabulares e dinâmica atmosférica, formaram Latossolos e Neossolos de fertilidade média a baixa, um dos fatores limitantes ao uso pela agricultura. Os subprodutos do MDT separaram claramente a morfologia dos tabuleiros sedimentares, feições; sob esses tabuleiros, localizam-se extensas áreas de dissecação de materiais friáveis, a exemplo a feição Buraco do Vento (Tucano-Bahia).

A rede hidrográfica do Rio Itapicuru é o principal recurso hídrico do Território, e é responsável pela manutenção do equilíbrio ambiental, além de ser estratégica para a irrigação e abastecimento humano. Suas águas são também importante agente modelador para a dissecação e ravinamento das superfícies. Os levantamentos de campo identificaram que o assoreamento deste rio tem tomado dimensões preocupantes, devido da mata ciliar, pisoteio nas margens dos rios, despejo de lixo e entulhos, o que favorece a ocorrência de diferentes estágios de erosão do rio principal e tributários. Acresce a inexistência de uma política e ação efetiva contra os efeitos dessa degradação, e de ações em prol da conservação e revitalização do patrimônio natural. Com base no mapa de vegetação, no NDVI e análises das variáveis fisiográficas e subprodutos do MDT, somados aos levantamentos de campo, pode-se observar o nível de degradação no Território do Sisal. A análise integrada dos condicionantes morfoclimáticos sejam eles: elementos fisiográficos, morfodinâmicos, pedogenéticos, litológicos, sazonais, atmosféricos e antrópicos, subsidiaram a identificação do estágio de avanço do processo de deterioração do patrimônio natural do Território.

CONCLUSÃO

A degradação ambiental no Semiárido é uma realidade que acomete mais aproximadamente 22% de sua área e 12% do Nordeste Brasileiro (SÁ, 2005). A exploração desenfreada do patrimônio natural, ocasionada pela ampliação da atividade agropastoril sem a utilização de técnicas apropriadas, e por outras atividades em menor escala, como mineração e geração de energia hidroelétrica, tem favorecido a ampliação da deterioração e desertificação neste grande domínio morfoclimático.

O conjunto de informações acerca da degradação no Território do Sisal apresentados nesse trabalho elenca os diferentes e interdependentes condicionantes morfoclimáticos, auxiliando no entendimento dos padrões pedogenéticos, edafológicos, morfodinâmicos e climáticos. Áreas com solo exposto e afloramentos, biomassa escassa, remanescentes de Caatinga e Cerrado foram destacadas através do NDVI, que associadas aos dados SIG-BAHIA (SRH, 2003), subprodutos do MDT e estudos de campo, portaram-se como ferramentas e parâmetros para uma análise coerente e integrada acerca da vulnerabilidade ao processo erosivo, uma realidade que está em curso, sobretudo na Depressão.

É de relevante importância que estudos sobre impactos socioambientais no contexto da desertificação sejam direcionados à região, através da inclusão de novos indicadores e métodos de pesquisa, que apontem o nível de degradação existente; possibilitando a elaboração de planejamentos de uso e exploração sustentável - na acepção real da palavra - do patrimônio natural, com vistas a reverter o agravado quadro de fragilidade e deterioração, com novas buscas e possibilidades de manejos, respeitando os limites e capacidade de recuperação do domínio morfoclimático em estudo.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo, SP: Ateliê Editorial, 2003.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – MMA, 2005.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de recursos hídricos. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e Mitigação dos efeitos da seca Pan-Brasil**. 2004
- CASSETI, Valter. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS (BRASIL) - **EMBRAPA. Serviço de produção de informação**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed Brasília: EMBRAPA, SPI 2006
- FLORENZANO, Teresa Gallotti (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- LEPSCH, Igo. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2002.
- MARENGO, Jose A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil**. BRASÍLIA,DF: PARCERIAS ESTRATÉGICAS, 2008.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.
- ONU. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África**. Brasília: MMA, 1997.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- SÁ, Iêdo Bezerra; RICÉ, Gilles Robert; et. al. **As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino**. EMBRAPA: 2005.
- SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistemas de informações geo-referenciadas conceitos e fundamentos**. São Paulo: Unicamp, 1999.
- SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOREFERENCIADAS–SIG-BAHIA.**Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos–SIRH**. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos, 2003. 2 CD - Rom.
- VALERIANO, M. M. **Modelo Digital de Elevação com Dados SRTM Disponíveis para América do Sul**. São José dos Campos: INPE, 2004.

WARREN, ANDREW. **Desertificação : causas e consequências** / F. Kenneth Hare...et al.; tradução Henrique de Barros e Ario Lobo de Azevedo . Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

<<http://www.ingá.com.br>>. Acesso em: 27 abr. 2010.

<http://www.dds.cr.usgs.gov/srtm/version1/South_america>. Acesso em 23 set. 2010.

<<http://www.dgi.inpe.br/CPSR>>. Acesso em: 13 out. 2010.