

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DA DESERTIFICAÇÃO NO NORTE DA BAHIA

Gabriel Matos Lima
Universidade Estadual de Feira de Santana
gmatos.geografo@gmail.com

Laerte Freitas Dias
Universidade Estadual de Feira de Santana
laertedias@gmail.com

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

EIXO TEMÁTICO: GEOMORFOLOGIA E COTIDIANO

Resumo

O objetivo proposto neste estudo é elaborar o mapa geomorfológico da região norte da Bahia e subsidiar a análise entre a morfologia do relevo e a desertificação. Adotou-se como base para a identificação das unidades geomorfológicas a taxonomia de relevos proposta por Ross (1992), mapas temáticos gerados por meio do MDT-SRTM/NASA, levantamentos de campo e dados publicados anteriormente. Os processos referidos elaboram feições erosivas amplamente distribuídas e imputam significativa instabilidade no sistema ambiental, o que torna a representação das formas do relevo, excelente contribuição para a identificação de áreas suscetíveis à desertificação - ASD. Os processos geomórficos têm importante papel na elevação das taxas de erosão e mobilização dos sedimentos em áreas caracterizadas por fragilidade natural do ambiente e pelo uso e ocupação inadequados. As ASDs exibem sistema erosivo produzido por processos geomórficos do tipo laminar, sulcos, ravinas e voçorocas, em superfícies baixas, notadamente depressões pedimentadas, planas a suave-onduladas, com declividades entre 0° e 7°. Estas são áreas onde a pecuária extensiva exerce intenso pisoteio dos solos com redução das caatingas.

Palavras-chave: Geomorfologia, Modelo digital de Terreno, Degradação ambiental

Abstract

The goal proposed in this study is to draw up the geomorphologic map of the region North of Bahia and promote analysis between bump morphology and desertification. Adopted as a basis for the identification of geomorphologic units the relief taxonomy proposed by Ross (1992), thematic maps generated by DTM-SRTM/NASA, field surveys and previously published data. The referred processes produce features erosive widely distributed and impute significant instability in environmental system, which makes the representation of the forms of relief, excellent contribution to the identification of prone areas to desertification - ASD. Geomorphic processes have important function in raising rates of erosion and mobilizing sediments in characterized areas by natural fragile environment and by inappropriate use and possession. The ASDs show erosive system produced by geomorphic processes of laminar, grooves, rills and gullies type in low areas, notably pedimented, flat to soft-corrugated depressions, with declivities between 0 ° and 7 °. These are areas where extensive animal husbandry practice intensive trampling soil with reduction of caatingas.

Keywords: Geomorphology, Digital Terrain Model, Environmental Degradation

Introdução

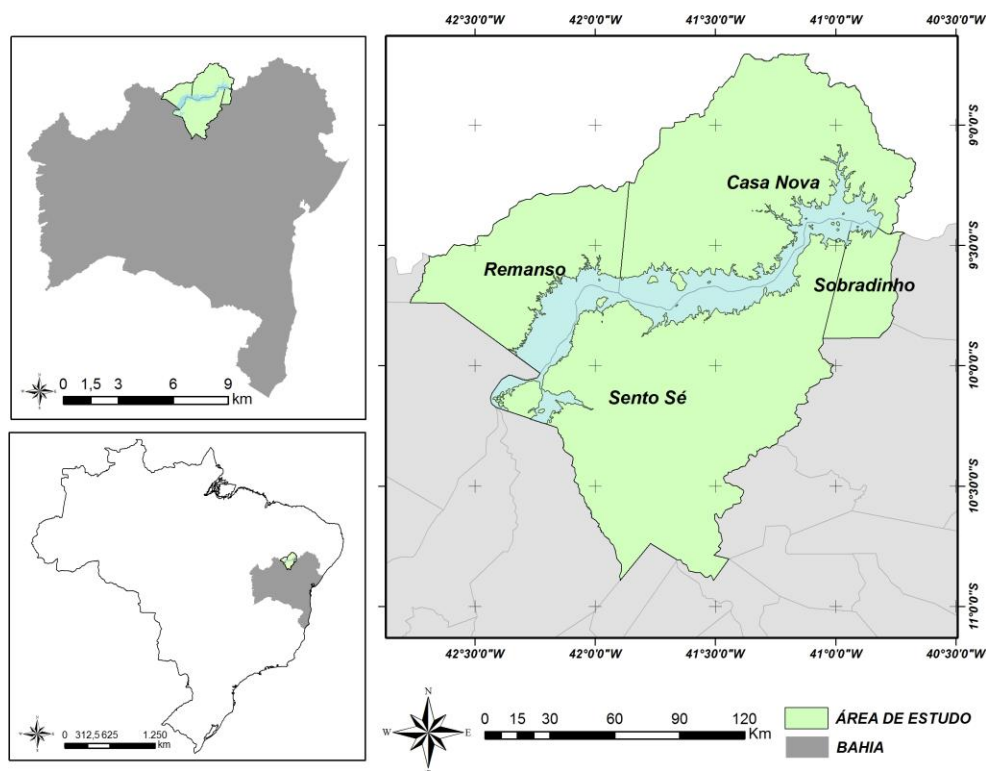
O termo desertificação, entendido conforme o conceito estabelecido na Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (1977) significa “*degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles variações climáticas e atividades humanas*”. A desertificação caracteriza-se como processo essencialmente dinâmico, resultante da interação de fatores naturais e antrópicos, que reduz a biodiversidade, provoca perdas na produtividade das terras agrícolas e instabilidade econômica e política (OLIVEIRA-GALVÃO; SAITO, 2003). Por degradação da terra compreende-se a degradação dos solos, dos recursos hídricos, da vegetação e a redução da qualidade de vida das populações afetadas. Considerando que a desertificação está associada à fragilidade natural do ambiente, e deriva do uso e ocupação inadequados do solo, o mapeamento geomorfológico pode contribuir para a identificação de áreas susceptíveis, pois certos compartimentos do modelado e suas feições apresentam maior potencial para geração deste processo.

Este trabalho propõe-se a elaborar o mapa geomorfológico da região para subsidiar a identificação de áreas susceptíveis a desertificação a partir do uso do geoprocessamento, por meio do sensoriamento remoto e do Modelo Digital de Terreno (MDT) visando caracterizar e compreender este fenômeno. Foi realizada a vetorização das unidades e tipos de modelados adotando como base a taxonomia proposta por Ross (1992) com base nos mapas gerados com o Modelo Digital do Terreno (SRTM/NASA, 2003), levantamentos de campo e dados publicados anteriormente.

O Estado da Bahia possui mais de 60% do seu território sob ação do domínio morfoclimático semi-árido, com baixo índice pluviométrico (até 800mm anuais), irregularidade temporal e espacial na distribuição das precipitações, economia baseada na agropecuária, e manejo dos solos tipicamente tradicional. Nessas condições os processos de degradação e de desertificação têm levado a perdas significativas dos recursos ambientais. A avaliação integrada de dados obtidos em campo com os dados processados por meio do geoprocessamento permitiu identificar padrões de paisagens de áreas degradadas e susceptíveis a desertificação (ASD).

A área em estudo, compreendida entre as coordenadas 8°38'50.00" e 10°56'19.74"S e 42°51'00.46" e 40°26'25.77"W, no extremo norte do Estado da Bahia (limites com os estados do Piauí e Pernambuco), e está inserida no Território de Identidade do Vale do Rio São Francisco, às margens do Lago de Sobradinho. Envolve quatro municípios do norte do estado: Remanso, Casa Nova, Sento Sé e Sobradinho (figura – 1), os dois primeiros já identificados como suscetíveis (AOUAD, 1995), inseridos no domínio morfoclimático semi-árido, fator preponderante para que um conjunto de variáveis físicas, biológicas e sociais desencadeie o processo de desertificação.

Figura 1 - Área de Estudo



A região faz parte do Polígono das Secas com tipologia climática de árido a semi-árido e pluviosidade média anual entre 400mm e 600mm (SEI, 1999), distribuídas entre os meses de Março e Abril (INMET, 2009). O elemento da paisagem que está em foco neste trabalho, o relevo, apresenta formas resultantes da ação de processos geomórficos controlados pela semi-aridez e pela agressividade do período chuvoso.

Predominam rochas sedimentares e metamórficas, formações detrito-lateríticas, sedimentos eólicos (páleo-dunas), com litologias representadas pelo arenito, argilito, quartzitos, ortognaisses e xistos. A presença de rochas ígneas, como granitos ocorrem em menor escala. As unidades geomorfológicas caracterizam grandes compartimentos topográficos, como planícies de inundação no entorno do Lago de Sobradinho, depressões, um conjunto de serras pertencentes ao complexo da Chapada Diamantina com elevações máximas entre 1000 e 1200m. Nestas ocorrem sinclinais suspensos e anticlinais aplainados, os quais desenvolvem grande área pedimentada e recortada por drenagens. Ocorrem superfícies mais rugosas com vários afloramentos rochosos ao lado de plainos suaves e colmatados por sedimentos arenosos.

Os solos são bastante diversos, com seis classes, sendo em sua maior parte os neossolos, (litólicos, flúvicos e quatizarênicos), latossolos vermelho-amarelo, planossolos, cambissolos, argissolos e pequenas manchas de vertissolos. Com relação à vegetação, predomina a caatinga arbustiva, com maior abrangência nos municípios de Sento Sé e Casa Nova. A presença de manchas

de cerrado e caatinga parque pode ser observada principalmente em Sobradinho, além de vegetação de campo rupestre encontrada nos relevos de cimeira da Chapada Diamantina.

Materiais e Métodos

A análise da paisagem deve ser realizada de forma integrada e respaldada no método sistêmico, que leva em consideração sua composição e as interações existentes entre suas variáveis. Os fluxos produzidos interferem diretamente na dinâmica da paisagem, nas escalas de tempo e espaço, resultando em arranjos geográficos passíveis de identificação. As paisagens são derivadas, portanto, de uma série de conectividades ambientais e sociais, que exibem feições, dentre elas as geomorfológicas, correlatas às dinâmicas temporais e espaciais do seu sistema. Neste trabalho, que objetiva mapear estas feições e interpretar os níveis de degradação e de susceptibilidade à desertificação da região norte da Bahia, estes foram os princípios adotados, cujos procedimentos metodológicos se organizaram nas etapas:

1. Revisão bibliográfica e cartográfica: foram consultadas publicações sobre o tema em livros e artigos, bem como no banco de dados georreferenciados produzidos em 2002 pela Secretaria de Recursos Hídricos - Bahia, atual INGÁ (Instituto de Gestão das Águas e Clima).

2. Aquisição do Modelo Digital de Terreno (MDT-SRTM/NASA, 2003). Com os dados deste MDT foi elaborado um Banco de Dados vetorial e raster específico para a área de estudo. O vetorial refere-se à *shapes* com estrutura de polígonos, linhas e pontos que armazenam dados e informações sobre geomorfologia, geologia, pedologia, vegetação, rede de drenagem e isoietas, fatores importantes para o diagnóstico de processos que podem desencadear a desertificação. Os *shapes* contêm os limites municipais, cidades, unidades de conservação, dentre outros, importantes para as análises complementares. Os dados em formato raster, gerados a partir do MDT referem-se à declividade, altimetria, aspecto e relevo sombreado.

3. Recorte da área de estudo no MDT.

4. Levantamentos de campo: dados georreferenciados em campo relativos à fisionomia da paisagem e ocupação do espaço, para serem somados ao Banco de Dados do projeto. Em paralelo foi feita validação dos dados obtidos no pré-campo.

5. Vetorização das unidades de paisagem a partir dos mapas elaborados com o MDT. A identificação das unidades e compartimentos geomorfológicos foi feita a partir da classificação taxonômica de Ross (1992), que leva em consideração a morfologia e gênese do modelado.

6. Elaboração do mapa geomorfológico (escala 1:250.000) e correlação entre as unidades geomorfológicas e as ASDs.

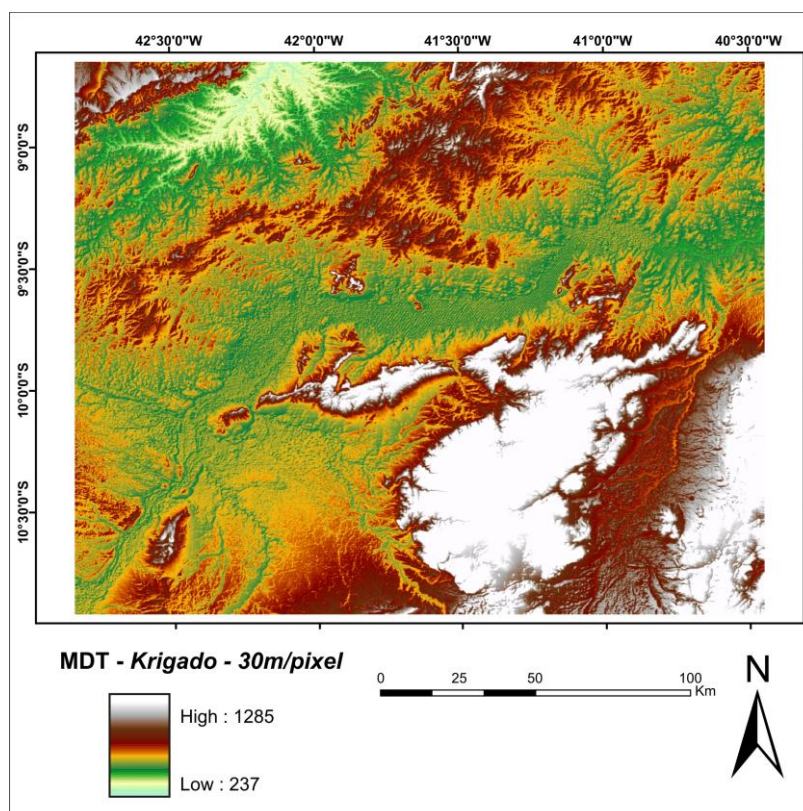
Resultados e Discussões

A modelagem de terreno para a análise geográfica é uma técnica de quantificação da superfície terrestre onde o MDT é um dos mais importantes dados utilizados. Segundo Crepani (2005) grande parte do território do Brasil é provida de mapeamento para várias utilizações da informação

topográfica, porém em escalas demasiadamente generalizadas. Por este aspecto, os dados SRTM foram considerados a melhor informação topográfica já disponibilizada para grande parte do território nacional.

O tratamento dos dados consistiu na modificação do MDT SRTM/2003 original para um novo MDT, com características desejáveis. Entre as modificações feitas, listam-se: a resolução melhorada, de 90m para 30m; a remoção das falhas; e redução de ruídos. Através do método de interpolação *krigagem linear* a resolução do MDT foi melhorada para 30m, para possibilitar maior detalhamento das feições de relevo (figura 2).

Figura 2 – Modelo Digital de Terreno



Em seguida foram gerados mapas temáticos de relevo sombreado, hipsometria, declividade e aspecto, utilizados para elaborar o mapa das unidades geomorfológicas e tipos de modelados da região, levando em consideração a morfologia e a gênese do relevo, baseando-se no níveis taxonômicos propostos por ROSS (1992). Estes mapas mostraram uma diversidade de informações sobre o relevo em estudo, que analisadas de forma integrada permitiram a visualização, interpretação e análise de cada compartimento geomorfológico.

O sombreamento é uma técnica usada para gerar uma visão próxima da realidade criando uma superfície tridimensional a partir de uma exibição bidimensional do mesmo. Neste mapa (figura 3) foi possível identificar setores com maior suavidade ou maior rugosidade da superfície e bacias hidrográficas. Na elaboração do mapa de relevo sombreado o sol foi posicionado na configuração *default* de azimuth 315° (noroeste), e altitude de 45° (metade do percurso até máximo). Valeriano

(2004) sugere que sombreamentos criados para fins cartográficos devem sempre ter o sol posicionado a noroeste. Ao criar o relevo sombreado cartográfico, foi colocada uma fonte de luz no quadrante noroeste (superior esquerdo) do mapa para lançar uma sombra em baixo do objeto (serras e morros). Visualmente os objetos foram melhor percebidos quando a sombra foi lançada embaixo deles. Ao posicionar a fonte de luz em qualquer outro lugar criou-se um efeito visual que fez morros parecerem buracos. Percebeu-se assim que ao sul da área a estrutura geológica imprime visível controle no padrão estrutural do relevo, por meio de forte rugosidade e formas lineares no conjunto das serras da Chapada Diamantina Setentrional.

O mapa hipsométrico (figura 4) indicou altitudes entre 500 e 600m em grandes extensões planas pontilhadas por relevos residuais. No município de Sento Sé há grande variação na altitude devida à maior movimentação do relevo relacionada aos dobramentos referidos. As altitudes, entre 400 e 1.300m, tipificam a paisagem local e influencia tanto no uso como na ocupação dos solos, totalmente diversa do restante da área estudada.

Figura 3 – Relevo sombreado

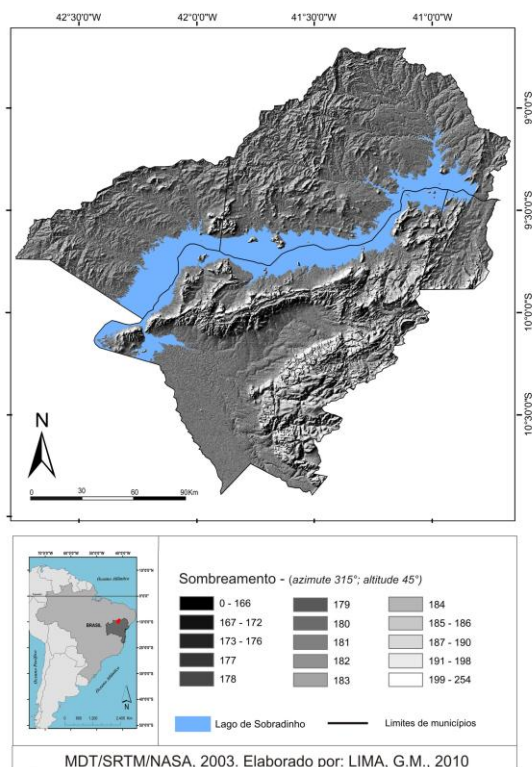
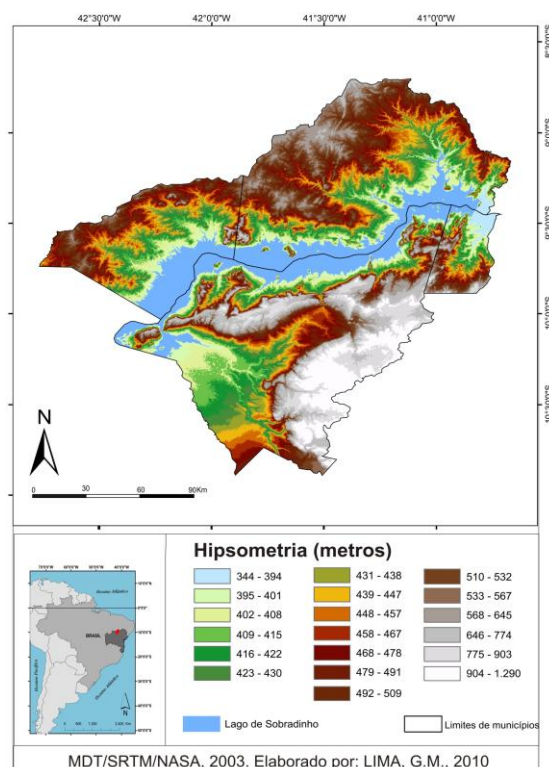


Figura 4 – Mapa hipsométrico



As declividades (figura 5) se constituem em um importante instrumento de apoio se correlacionado a fenômenos geográficos inerentes a topografia como, por exemplo, a velocidade de escoamento superficial e sub-superficial e a susceptibilidade dos solos à erosão. Com a intencionalidade de mostrar as áreas mais planas para relacioná-las com a erosão e tipos de uso da terra, foram mapeadas as seguintes classes: <math><1^\circ</math> (relevo plano),

O mapa de aspecto (figura 6) identifica a orientação do relevo dada pela direção de declive de uma célula em relação aos seus vizinhos. Os valores da grade de aspecto são direções angulares que variam de 0° a 360°; às células de entrada que têm declividade zero foram atribuídos valores de -1. Norte é 0° em uma direção horária, 90° é leste, 180° é sul, e 270° é oeste. Os pontos colaterais Nordeste, Sudeste, Sudoeste e Noroeste, são respectivamente, também num sentido horário 45°, 135°, 225° e 315°. O mapa de aspecto foi utilizado para a análise e compreensão na diferenciação da cobertura vegetal, e conseqüentemente da paisagem, analisando a exposição das vertentes ao sol.

Figura 5 – Mapa de Aspecto

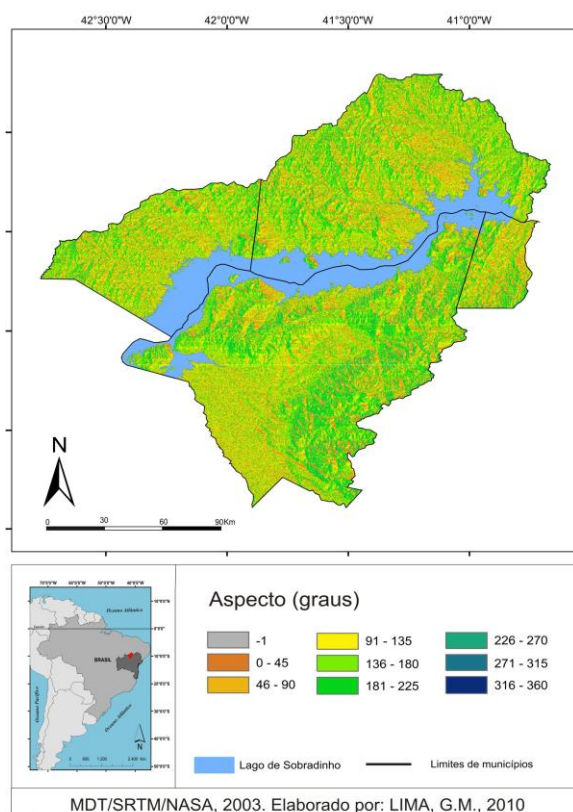
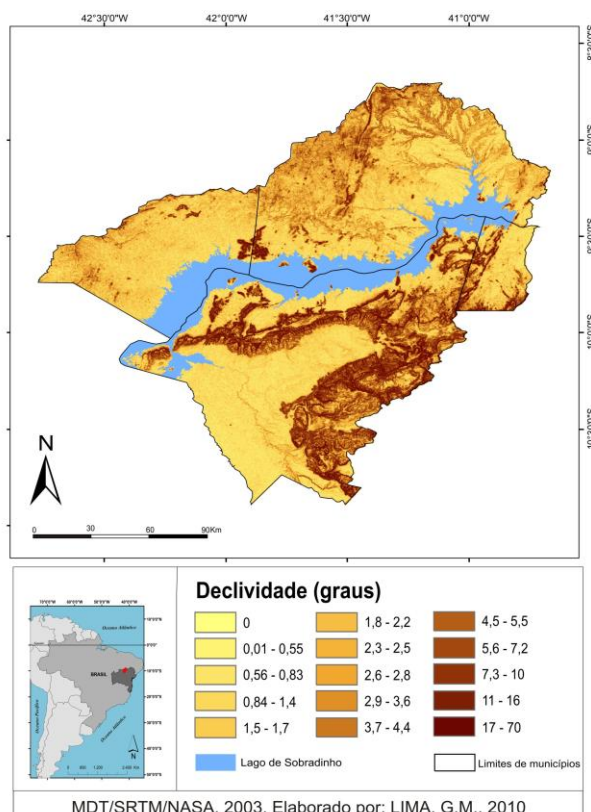


Figura 6 – Mapa de declividade



A análise e caracterização da área em estudo, como de todos os produtos gerados aliados aos levantamentos de campo, permitiu a identificação e vetorização das unidades geomorfológicas, baseado na proposta taxonômica de Ross (1992). Este trabalho usa uma escala de semi-detalhe – 1:250.000 –, por isso a classificação do relevo destacou as características e formas que englobam no máximo o 3º nível taxonômico.

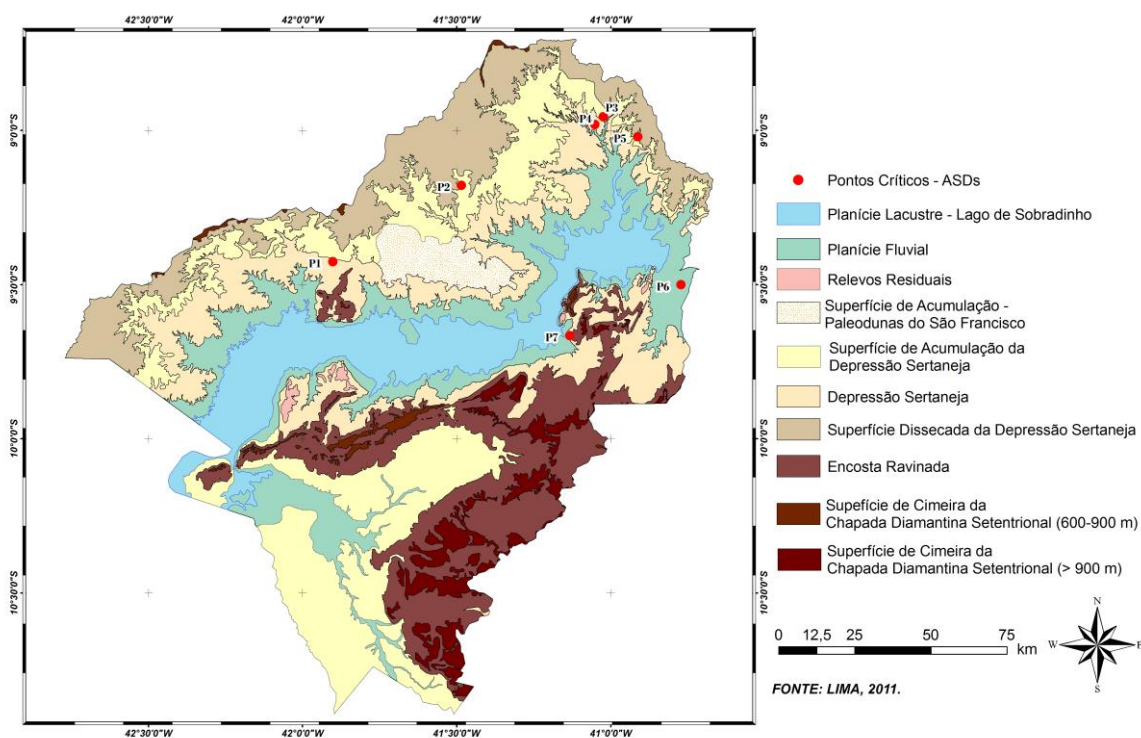
O Mapa de Unidades Geomorfológicas de Região Norte do Estado da Bahia – Pólo de Remanso (figura 7), possui as seguintes unidades (quadro 1):

Quadro 1 – Níveis Taxonômicos

1º Táxon	Unidade Morfoestrutural	Chapada Diamantina Setentrional Depressão Sertaneja
2º Táxon	Unidade Morfoescultural	Superfície de Cimeira (600 a 900m) Superfície de Cimeira (maior que 900m) Superfície Dissecada da Depressão Sertaneja Encostas Ravinadas
3º Táxon	Unidades Morfológicas	Planície Lacustre Planície Fluvial Superfície de Acumulação - Paleodunas Superfície de Acumulação da Depressão Sertaneja Relevos residuais

Figura 7 – Mapa geomorfológico

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
PÓLO DE REMANSO - BAHIA



As áreas em processo de desertificação estão localizadas nas unidades geomorfológicas de depressão, nas áreas pedimentadas rugosas e suave/onduladas e possuem um padrão no que se refere aos elementos que caracterizam a paisagem: estrutura litológica do tipo metassedimentar; altitude entre 378 m e 457 m; solo exposto com forte pedregosidade; caatinga arbórea/arbustiva com pouco primitividade; pecuária extensiva; sistemas erosivos áreas pedimentadas suavemente ondulada, com declividade entre 0° e 7°; O desenvolvimento do processo de desertificação nessas áreas é favorecido pelo relevo aplainado, que propicia o

uso do solo pela agropecuária de forma intensiva, exaurindo e compactando o solo. As condições climáticas semi-áridas, onde a temperatura média anual é elevada (27°C) e a pluviosidade é mal distribuída no tempo e no espaço, favorecem a fragilidade natural do meio. Os sistemas erosivos encontrados na área em estudo são produzidos por processos geomórficos do tipo laminar, sulcos, ravinas e voçorocas, em superfícies de depressões pedimentadas, planas a suave-onduladas.

A partir disso pôde ser elaborado uma síntese (quadro 2) com as características dos pontos considerados críticos associados a unidades do relevo.

Quadro 2 – Características das ASDs associadas as unidades geomorfológicas

<i>Unidades Geomorfológicas</i>	<i>Altitude</i>	<i>Geomorfologia</i>	<i>Geologia</i>	<i>Solos</i>	<i>Processos</i>
Depressão Sertaneja	409m à 438m	Região de acumulação suavemente ondulada; encostas com baixa declividade	Estrutura litológica metassedimentar	Pedregosidade com concreções ferruginosas; cascalhos e calhaus; arenoso-argiloso; inconsolidados presença de lajedos	Sistema de erosão acelerada; ravinamentos; sulcos; erosão laminar; voçorocamentos
Superfícies de Acumulação	438m à 457m				
Planície Fluvial	391 m à 408 m				

As formas de uso e ocupação do solo identificadas acentuam a vulnerabilidade dos mesmos à erosão, provocando também a proliferação de espécies ruderais. As áreas menos degradadas são localizadas nas partes mais elevadas e íngremes do relevo local, encostas escarpadas, com declividades acentuadas entre 16° e 70°, dificultam o uso e ocupação dessas áreas, preservando assim a vegetação nativa e mantendo o equilíbrio no ecossistema. Os resultados alcançados darão suporte ao desenvolvimento de políticas públicas de combate e mitigação dos efeitos da desertificação.

Conclusões

Os municípios de Casa Nova, Remanso, Sento Sé e Sobradinho, são áreas de grande fragilidade natural causada, sobretudo, pelo clima árido presente na região. 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 e podem conduzir à desertificação.

O mapa geomorfológico elabora (figura 7) mostra a importância da pesquisa geomorfológica no estudo das atividades da sociedade (uso e ocupação das terras) que, quase sempre provocam modificações nos processos da natureza. A capacidade dos humanos em modificar as paisagens tem aumentado bastante e a combinação da ocupação de novas áreas, como por exemplo, os topos de chapadas, encosta, vales, assim como a exploração de novos recursos naturais, tem causado uma pressão cada vez maior sobre o meio físico.

Uma vez que os processos de desertificação dependem, fundamentalmente, da fragilidade natural do meio frente às ações de uso e ocupação do solo e da conseqüente susceptibilidade aos processos de degradação, a Geomorfologia passar a ter um papel fundamental no diagnóstico, pois ela possui grande relevância na recuperação de áreas degradadas. É de fundamental importância compreender a dinâmica do relevo terrestre no sentido de desenvolver atividades que visem recuperar áreas degradadas. Neste sentido o mapeamento geomorfológico da área em estudo procurou entender o quadro atual, em termos de relevo, mas também, por meio do SIG, possibilitar o prognóstico de cenários futuros, definindo quais áreas potenciais ao desencadeamento do processo, subsidiando o planejamento de medidas mitigadoras desse efeito. Definir os processos morfodinâmicos atuantes na área em estudo foi de grande importância, entretanto não se pode esquecer de aliar a esses eventos, a ação antrópica que contemporaneamente recondiciona alguns componentes do sistema geomorfológico,

Os resultados aqui obtidos não buscam encerrar os estudos que relacionem a complexa relação entre as unidades geomorfológicas e a desertificação. Desta maneira, espera-se que este mapa possa contribuir nos futuros trabalhos relacionados ao estudo da desertificação associada a dinâmica do modelado, auxiliando na compreensão dos componentes que envolvem a ação antrópica e seu rebatimento ambiental no norte do estado baiano, além de auxiliar em projetos que envolvam a participação popular na busca de práticas que levem o desenvolvimento local em harmonia com os diversos elementos que compõe o meio natural.

Referências

BAHIA. 2002, **Sistemas de Informações Geográficas**.

BAHIA. 1997, **Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. SEI**. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br>>. Acesso em: 10 dez. 2008

BRASIL: Ministério do Meio Ambiente. 2005, **Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca: PAN – Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

FLORENZANO, T. G. (org). 2008, **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. Oficina de Textos, São Paulo.

- NIMER, E. **Desertificação: Realidade ou Mito?** Revista Brasileira de Geografia. IBGE/RS. Ano 50. n 01 jan/mar 88.
- ROSS, J. L. S. **Relevo Brasileiro: planaltos, planície e depressões**, 41 – 61p *in* Novos Caminhos da Geografia, Ed. Contexto, 1992, SP
- ROSS, J. L. S. 1990, **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**, Contexto, São Paulo, 85p.
- WARREN, A. 1992, **Desertificação: causas e consequências**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. **Geomorfologia Ambiental/** Antonio José Teixeira Guerra, Mônica dos Santos Maçal – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- LOBÃO, J. S. B., VALE, R. DE M. C. **Aplicação do MDT/SRTM/NASA Para Detalhamento Geomorfológico No Semi-Árido**. Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 25 a 27 de outubro de 2006.
- MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília : UNESCO, 2001.
- MDT-SRTM/NASA - <http://seamless.usgs.gov>. 2003.
- OLIVEIRA-GALVÃO, A. L. C. de.; SAITO, C. H. **Mapeamentos sobre desertificação no Brasil: uma análise comparativa**. Brasília: Brasil florestal, 2003.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. **Imagens fotográficas derivadas de MNT do Projeto SRTM para fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia**. São José dos Campos: INPE, 2005.