



MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA REGIÃO DE IRECÊ – BA.

Jamilly Marinho Oliveira - Bolsista e estudante do curso de Geografia na Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS. milly_marinho20@hotmail.com

Raquel Matos Cardoso Vale - Professora do curso de Geografia/UEFS, Mestre em Geociências/UFBA. valeraquel@gmail.com

RESUMO: A desertificação é um problema socioambiental que afeta domínios morfoclimáticos áridos e semi-áridos e é desencadeada pelos desequilíbrios provocados pelo uso inadequado das terras. O semi-árido é uma região sujeita ao processo, devido à forma insustentável de uso dos recursos naturais, com base em técnicas e manejos arcaicos, que exercem forte pressão sobre os mesmos. A região centro-norte do estado da Bahia apresenta profunda transformação que se deu a partir da agricultura irrigada, onde o intenso uso dos solos se refletiu no sistema ambiental. Este trabalho objetivou construir o mapa geomorfológico, com base na taxonomia do relevo proposta por Ross (1992), para subsidiar o estudo da degradação ambiental. As unidades geomorfológicas foram mapeadas por meio de mapas temáticos elaborados com o MDT/SRTM-NASA (2003).

PALAVRA CHAVE – Modelo Digital de Terreno. Semi-árido. SIG.

ABSTRACT: Desertification is a social and environmental problem that affects the morphoclimatic regions arids and semi-arids and is triggered by unbalances caused by inadequate use of lands. The semi-arid region is a subject to the procedure due to unsustainable way for the use of natural resources based on archaic techniques exercising a great pressure on them. The center-north region of Bahia state presents some changes as a result from the irrigated agriculture where the intense use of the land reflects itself in the environmental system. This work's intended to create a geomorphological map on the basis of taxonomy of the relief according to Ross(1992) to help the approaching of environmental degradation. The geomorphological units were mapped by means of the thematic maps created by MDT/SRTM-NASA (2003).

KEY WORDS – Digital Pattern of Land, Semi-arid and GIS.



1 INTRODUÇÃO

A região semi-árida brasileira tem na agropecuária a principal atividade econômica, que ainda é exercida sob modelos de produção arcaica, que produz degradação dos recursos ambientais. Desde longa data, quando o grande sertão nordestino começou a ser ocupado por fazendas de gado e lavouras de subsistência, teve início uma profunda transformação dos ambientes tropicais semi-áridos, onde o desmatamento provocou a eliminação radical de grande parte do bioma caatinga. A intensa pressão exercida sobre estes espaços, sobretudo para atingir maior produtividade, sem levar em conta a fragilidade natural do contexto geoambiental do semi-árido e sua baixa capacidade de recuperação, figuram como fator de risco para instalação de processos de degradação e de desertificação.

A definição de desertificação, segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, apontada por Matallo Jr. (2001, p.24) se refere “as terras degradadas nas regiões áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas”, produto de variáveis biológicas, sociais e econômicas. A Geomorfologia se insere neste contexto, como o elemento da paisagem que integra as variáveis ambientais e biológicas, além de subsidiar as análises dos processos morfogenéticos, um importante indicador de áreas degradadas e em processo de desertificação. A cartografia Geomorfológica traz a sua contribuição, segundo FLORENZANO (2008) no sentido de representar graficamente e espacialmente o fenômeno em estudo.

O mapeamento geomorfológico não apresenta consenso em relação à metodologia e a legenda do mapa, mas a disponibilidade de dados e de técnicas de geoprocessamento, o torna mais preciso e abrangente, uma vez que consorcia e integra dados de diferentes produtos. O objetivo deste trabalho é elaborar o mapa geomorfológico da região de Irecê e apontar as áreas mais propensas ao processo de desertificação, utilizando o Modelo Digital de Terreno (SRTM/NASA, 2003), sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica - SIG. A distribuição espacial das unidades geomorfológicas podem criar condições ambientais favoráveis à processos e dinâmicas erosivas, visto que, estes condicionantes aliados à agropecuária insustentável potencializam o desenvolvimento de áreas degradadas. O mapa geomorfológico será importante para o planejamento ambiental e a organização territorial e produtiva das comunidades envolvidas e afetadas pelos processos de degradação.



2 MATERIAL E MÉTODOS

Os fundamentos teóricos deste trabalho estão apoiados na análise sistêmica e sua organização exigiu etapas. A primeira correspondeu a revisão de literatura, para a análise de conceitos e instrumentos a serem utilizados, foi o momento de definição dos pressupostos que embasaram o trabalho. A segunda consistiu na construção do Banco de Dados em formato SIG com dados raster e vetorial que representam o contexto ambiental da área de estudo, como a geomorfologia, geologia, solos, uso e ocupação dos solos, vegetação e hidrografia. Este banco faz parte do GP/CNPQ – Natureza, Sociedade e Ordenamento Territorial/UEFS. Em seguida foi obtido o MDT/SRTM-NASA (2003) cujo processamento e mapas temáticos correlatos viabilizaram a elaboração do mapa geomorfológico. A última etapa, correspondeu aos levantamentos de campo, para reconhecimento da área de estudo, validação dos dados integrados através do SIG, e análise e coleta de outros mais específicos, relativos a identificação das áreas degradadas ou em processo de desertificação. O mapeamento foi feito com base na metodologia de cartografia geomorfológica proposta por Ross (1992). A mesma divide as unidades geomorfológicas em seis táxons, que compreende desde grandes unidades estruturais até formas lineares do relevo, (tab. 01).

Tabela 01: Níveis taxonômicos da carta geomorfológica.

1° Taxon	Unidades morfoestruturais- correspondem às macroestruturas.
2° Taxon	Unidades morfoesculturais- correspondem aos compartimentos e subcompartimentos do relevo pertencentes a uma determinada morfoestrutura e posicionados em diferentes níveis topográficos.
3° Taxon	Modelado- corresponde aos agrupamentos de formas de agradação e formas de denudação.
4° Taxon	Conjunto de formas semelhantes- correspondentes às tipologias do modelado.
5° Taxon	Dimensões de formas- corresponde ao tamanho médio dos interflúvios e grau de entalhamento dos canais.
6° Taxon	Formas lineares do relevo- representadas por símbolos gráficos lineares de diversos tipos em função da forma e gênese

Fonte: Ross (2005, p.57)



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Área de Estudo - Localiza-se no centro-norte do estado da Bahia e apresenta 14.829 km² de extensão, com limites entre as coordenadas geográficas 10°07'16,06" e 12° 18'31,34" Sul e 42°34'21,95" e 41°18'49,46" Oeste (Fig. 01). A caatinga arbórea arbustiva predomina na região recobrendo os planaltos calcários e as encostas rochosas dos relevos que o delimitam, bordas da Chapada Diamantina Setentrional.



Fig. 01. Mapa de localização da área.

O SIG-Bahia (2003) disponibiliza uma série de mapas que caracterizam o estado baiano e subsidiou o reconhecimento geral da área de estudo. O domínio morfoclimático do semi-árido no qual a região está localizada, com chuvas inferiores à 800 mm. concorre para aumentar o potencial erosivo do escoamento superficial, devido à sua torrencialidade e concentração em um único período do ano. Nos demais meses há redução nos volumes precipitados e ocorrem secas prolongadas que compromete a agricultura e aumenta a pressão sobre os recursos ambientais. Esta sazonalidade potencializa a degradação de terras que se expressa na expansão dos processos de erosivos, que resultam em perda e exposição dos



solos. Esta dinâmica retroalimenta a rusticidade ambiental e pode conduzir a processos de desertificação.

As rochas predominantes, sedimentares e metamórficas, com litotipos de calcários, calcarenito e arenito, exibem quatro unidades geomorfológicas: uma em relevos alçados à altitudes superiores a 1000 m - Chapada Diamantina - e três em depressões - Planalto Cárstico, Pedimentos Funcionais e Pediplano Sertanejo. As altitudes oscilam entre 400 e 1600 m, sendo que as maiores estão situadas em topos de cimeira em trechos da Chapada. A vegetação encontra-se bastante fragmentada nas topografias planas dos pedimentos, planaltos e pediplanos, onde a agropecuária ocupa a maior parte destas superfícies. A Chapada é uma exceção, visto que as acentuadas declividades e afloramentos rochosos inviabilizam a ocupação, porém, mesmo diante desta restrição, existe a prática de soltura de gado durante a estação seca.

3.2 MDT e o Mapeamento Geomorfológico – A área de estudo foi recortada e processada no MDT original (SRTM-NASA, 2003), porém a qualidade dos produtos deixou a desejar devido aos ruídos derivados dos vazios de dados. Para superar este fato foi realizada a krigagem linear que, segundo Florenzano (*apud* VALERIANO 2008, p.76) “é um interpolador que calcula a cota de um ponto de interesse pela média ponderada das amostras de sua vizinhança, distribuindo os pesos de acordo com a variabilidade espacial, que é, por sua vez, determinada por meio de análise geostatística”. O processamento resultou na melhoria da resolução espacial do MDT original que passou de 90 para 30 m, elevando o nível de interpretação escalar das formas do relevo. Por meio deste produto foram elaborados os mapas de - curvas de nível/topografia, altimetria, relevo sombreado, orientação das vertentes e declividade - para a identificação, vetorização e caracterização das unidades geomorfológicas, bem como análise das áreas susceptíveis ao processo de desertificação.

Para melhor avaliação da topografia foram gerados vários mapas com diferentes equidistâncias entre as curvas de nível, o que permitiu visualizar a rugosidade do relevo, bem como a amplitude e variação das altitudes. As mais baixas situadas no Pediplano Sertanejo apresentam extensas áreas planas e as mais elevadas se localizam na Chapada Diamantina, com encostas rochosas e escarpadas. Devido ao acentuado contraste entre topografias planas e íngremes foi necessário reduzir a equidistância das curvas de nível para possibilitar a



identificação das rupturas de relevo nas superfícies planas. A título de ilustração estão representados intervalos de 50 m. (Fig. 2) que exibem de forma bastante clara o contraste topográfico regional - conjunto serrano com acentuada declividade na Chapada Diamantina, e superfícies planas dominando o restante da área.

Os relevos mais baixos encontram-se a 377 m. de altitude localizada no vale do Rio São Francisco, extremo norte da área. No Planalto Cárstico tem-se altitudes entre 500 e 800 m.; e níveis de cimeira entre 900 e 1.613 m. (Fig. 03). A altimetria também evidenciou os grandes eixos de drenagem, compartimentos topográficos e relevos residuais.

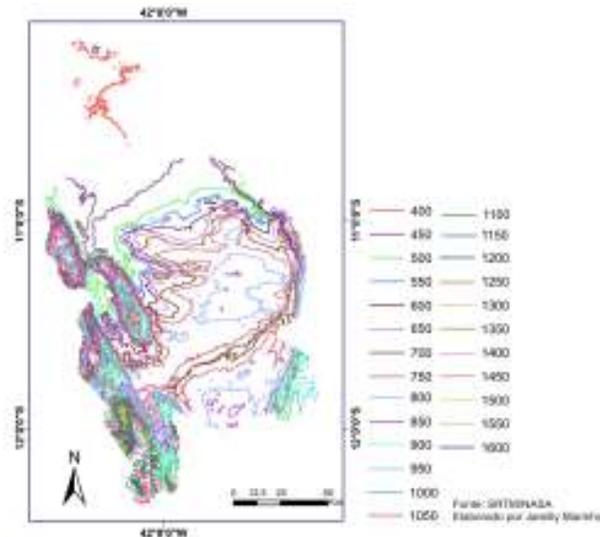


Fig. 02. Mapa Topográfico

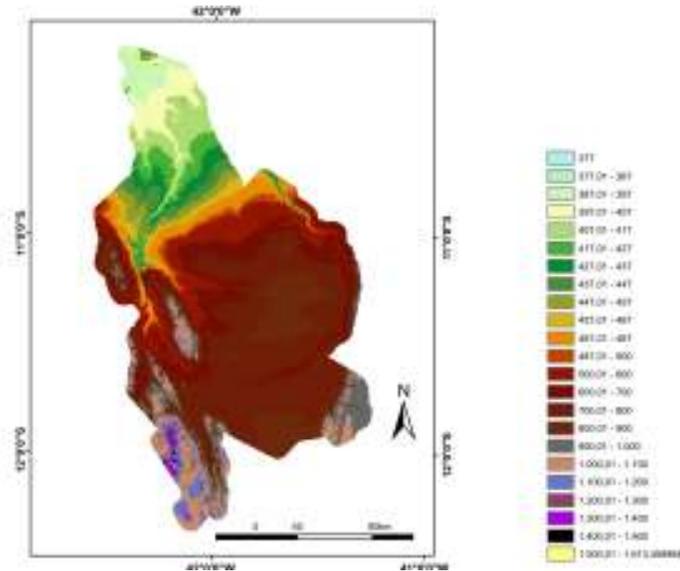


Fig. 03. Mapa de Altimetria

O relevo sombreado (Fig. 04) permite uma ótima visualização das rugosidades da superfície do terreno e dos conjuntos de formas topográficas. Na região de Irecê, este subproduto delimitou com muita precisão áreas planas - Platô Calcário de Irecê e rugosas - Chapada Diamantina, e também os eixos dos principais rios que cortam a região: Verde (à esquerda) e Jacaré/Vereda Romão Gramacho (à direita). Na Chapada é observável também a dissecação e os alinhamentos estruturais do relevo com direção NNW – SSE.

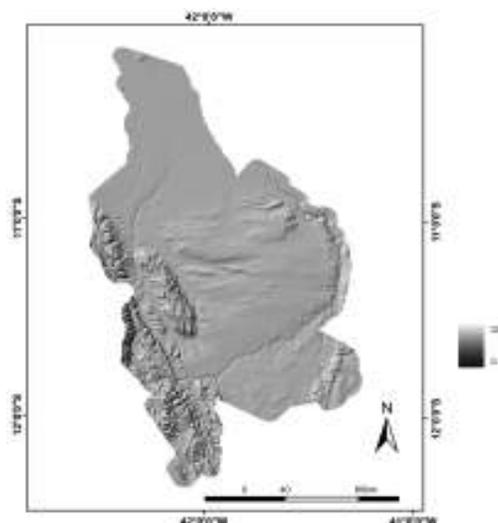


Fig. 04. Mapa de Relevo Sombreado



Segundo Florenzano (2008, p.87), a orientação de vertentes (Fig. 05) pode auxiliar na identificação da direção do escoamento superficial; e da incidência de energia solar nas encostas. A maior contribuição do aspecto é evidenciar o regime térmico, devido a incidência de energia solar nas vertentes e perceber a influencia da quantidade de energia solar recebida na vertente e as características da paisagem. Na área em estudo, não se observam importantes desigualdades relativas à incidência dos raios solares. Este tema contribuiu, entretanto para verificar a existência de ondulações no Platô de Irecê, pouco perceptíveis nos demais produtos, derivadas da dissolução das rochas calcárias do substrato e formação de dolinas.

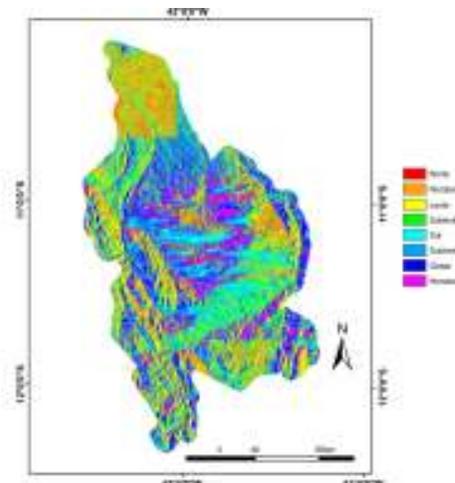


Fig. 05. Mapa de Aspecto

A declividade é uma variável muito importante para a interpretação do relevo e fornece subsídios para análise da relação “entre o escoamento superficial e a infiltração da água no solo” (FLORENZZANO, 2008, p.86) fundamental para a interpretação da dinâmica geomorfológica, uma vez que contribui para caracterizar a hidrologia de superfície. Para a região predominam valores de 0° a 2°, localizados nas porções mais baixas do relevo, Platô Calcário de Irecê e pediplanos, enquanto que à sudoeste - Chapada Diamantina – atinge até 46° (Fig. 6).

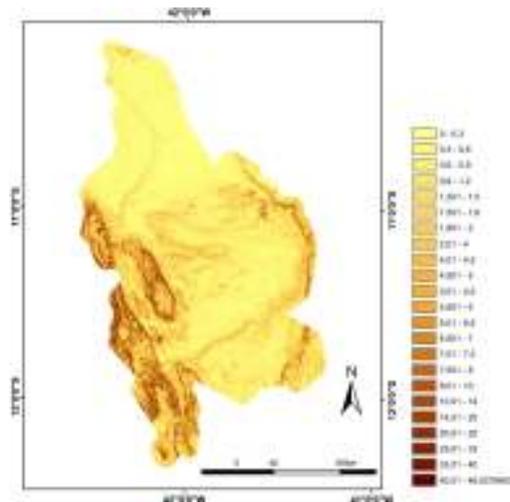


Fig. 06. Mapa de Declividade

A interpretação e avaliação do conjunto destes mapas auxiliaram na construção do Mapa Geomorfológico (Fig. 07) e na composição de indicadores da morfologia do relevo importantes para a compreensão das áreas degradadas e/ou em processo de desertificação. Este mapa obedeceu à metodologia taxonômica, proposta por Ross (1992), adaptada às características específicas das morfologias da região e resultou na identificação dos táxons 1,2,e 3. Os demais apresentaram uma visualização parcial ou pouco precisa de morfologias relacionadas à dissecação do relevo e, por este motivo não foram mapeados, nesta etapa da pesquisa.

O primeiro táxon representa as maiores unidades do relevo que na área de estudo correspondem ao Platô de Irecê e à Chapada Diamantina. O segundo compreende os compartimentos ou subdivisões do primeiro táxon - morros e planícies aluviais dos rios Jacaré/Vereda Romão Gramacho e Verde. O terceiro é representado por encostas, podendo ser convexas, côncavas, retilíneas ou escarpadas. Feições menores relacionadas à antropização tais como pequenas ravinas e sulcos, voçorocas, e colapso da superfície do terreno devido à dissolução e carreamento, apontam para a extensão da degradação ambiental existente nessa área. De modo geral, como apontado neste trabalho, as mesmas são derivadas do intenso desmatamento que retira toda a cobertura original para implantação de pastagens e agricultura irrigada.

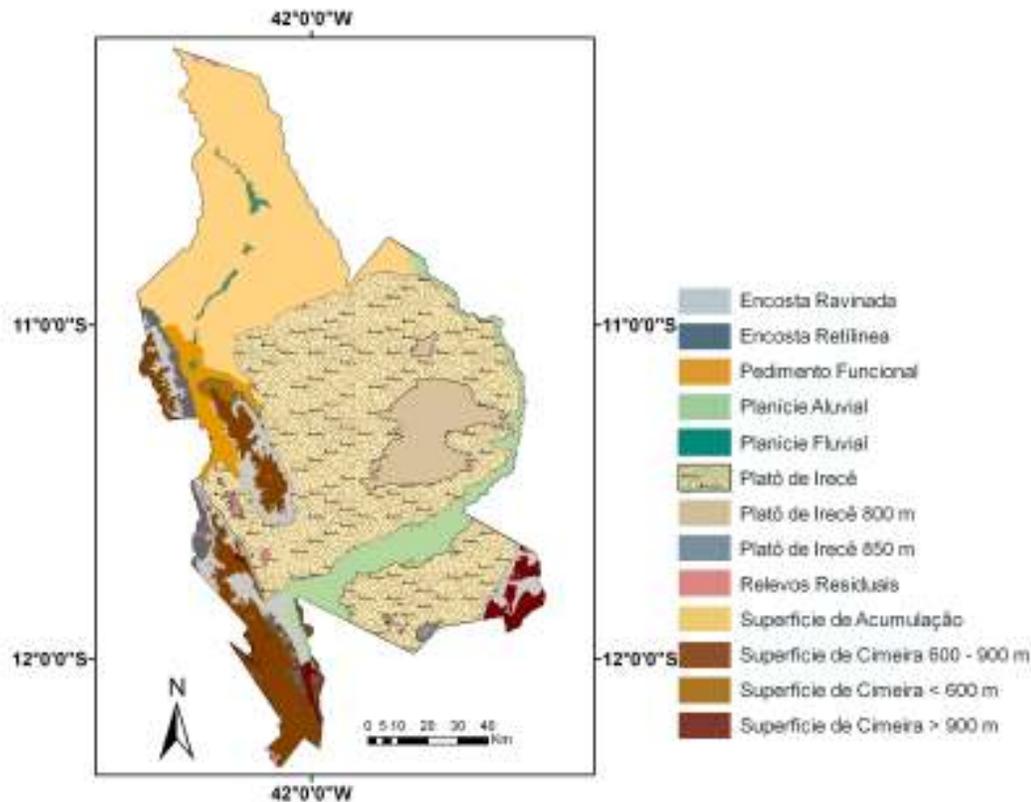


Fig. 07. Mapa Geomorfológico

- Unidades Morfoestruturais - O Platô de Irecê é a unidade de relevo que melhor caracteriza a região. Trata-se de um compartimento com predominância das atividades ligadas a pecuária extensiva e a agricultura irrigada, devido ao seu caráter predominantemente plano com declividades entre 0 e 3°. É uma área de uso intenso e antigo, década de 1970, que provocou a manifestação das principais feições erosivas verificadas. Sua posição no relevo ocupa depressões interplanálticas com altitudes que entre 500 e 800 m. O mapa de relevo sombreado (Fig. 4) exibe uma textura lisa da imagem o que evidencia a baixa rugosidade dessa unidade. As drenagens das bacias dos rios Jacaré/Romão Gramacho e Verde possuem baixa capacidade erosiva e entalham fracamente esta superfície, elaborando extensas planícies aluviais.

A morfologia da Chapada Diamantina é caracterizada por declividades entre 4,5 e 46°, refletindo o padrão de maior energia desta unidade do relevo, com substrato dobrado e orientado por fraturas de sentido SE-NW. Os topos são predominantemente irregulares ou



parcialmente tabulares com descontinuidade abrupta para encostas retilíneo-côncavas e escarpas com alturas até 300 m. Canais de drenagem e ravinas entalham as encostas e, em situações muito restritas, abrigam canais temporários. As nascentes do Rio Verde estão localizadas em extenso e profundo vale nesta Chapada, a sudoeste da região, e surpreendem por sua excepcional vazão, em meio ao domínio climático semi-árido. Devido a este manancial e as amplitudes altimétricas do relevo foi construída a Barragem de Mirorós para perímetro irrigado de fruticultura (Distrito de Irrigação de Mirorós).

- Unidades Morfoesculturais - constituem feições mapeadas nas unidades morfoestruturais: planícies aluviais dos rios Jacaré/Romão Gramacho e Verde, superfícies pediplanadas e de acumulação - com declividades de até 2°. As altitudes entre 400 e 850 m, revelam junto com a declividade, a suavidade da morfologia dessa ampla superfície. Inúmeras dolinas e processos morfogenéticos ativos ocorrem nesta unidade. É uma área com atividades econômicas ligadas à agropecuária, como pode ser observado em campo, e é a mais representativa de pontos críticos no que se refere a degradação dos solos. Os fatores de risco se referem à agricultura irrigada, a pecuária extensiva e ao aumento de terras cultivadas, com a retirada da vegetação nativa, com produção orientada por técnicas de cultivo inadequadas ao contexto geoambiental desta porção do semi-árido baiano.

- Modelado - as encostas constituem formas de modelado multiescalar e de morfologias variadas que, na área de estudo, estão amplamente representadas na Chapada Diamantina. Exibem declividades entre 16° e 18° e escarpamentos rochosos, observáveis, sobretudo no seu terço superior. Os desníveis topográficos atingem amplitudes em torno de 350 m. que delineiam vales estreitos.

Diante das unidades geomorfológicas mapeadas e de suas características morfológicas e morfométricas foi possível avaliar correlações entre as mesmas e as áreas degradadas. De modo geral as paisagens desta região demonstram a existência de processos físicos degradacionais com rebatimentos sobre os sistemas biológicos e hídricos. As áreas críticas correspondem aos espaços onde a agropecuária se constitui como a principal e única atividade econômica.



Os levantamentos de campo indicaram que a intensa retirada da vegetação tem aumentado o potencial erosivo das chuvas e do vento, deixando os solos totalmente desnudos, diretamente expostos aos raios solares, à erosão e à compactação superficial devida ao sucessivo pisoteio dos animais. Observa-se que a maioria destes solos é pouco espessa, exhibe extensos lajedos, são friáveis, inconsolidados, e possuem nódulos ferruginosos. Estes elementos concorrem para aumentar a sua vulnerabilidade frente aos processos erosivos, inclusive carregamento sub-superficial, muito comum nestes terrenos calcários e sob declividades pequenas, em torno de 5°.

O fator desencadeador do quadro de degradação encontrado está diretamente relacionado à agricultura irrigada, que se constitui como um aspecto preocupante, devido à falta de rigor e fiscalização necessários para o seu uso na região. A semi-aridez aliada à tipologia dos solos e à massiva perfuração de poços para os sistemas de irrigação são elementos que têm elevado a degradação das terras e podem desencadear a desertificação. As águas subterrâneas utilizadas na irrigação são provenientes de aquíferos em rocha calcária, que altera a natureza química dos mananciais e provoca, em longo prazo, o aumento da salinidade dos solos. Desta forma, os mesmos estão se tornando improdutivos e dando lugar aos pastos.

Todos estes fatores são responsáveis pelo assoreamento de rios, pelo aumento da competência erosiva dos fluxos pluviais especialmente nos episódios de chuvas torrenciais. Os exíguos remanescentes de vegetação é outro elemento que chama a atenção na área de estudo. Apesar de necessária para a manutenção do equilíbrio climático e ambiental é suprimida em larga escala, com conseqüências negativas para a biodiversidade local e regional. A introdução de novas espécies que não são adequadas às características ambientais da região, pode estar comprometendo a ecologia destes ambientes semi-áridos. Em longo prazo, a permanência deste conjunto de fatores, pode representar as causas da instalação do processo de desertificação, que por enquanto, indicam que há inequívoca degradação ambiental na região, mesmo nos relevos mais altos.



4 CONCLUSÃO – Ao final do trabalho constatou-se que:

1. O mapeamento geomorfológico foi importante para subsidiar as discussões acerca da desertificação, porque permitiu identificar o padrão de formas da região e a tipologia das áreas degradadas, na qual as unidades mapeadas no Platô de Irecê e nos Pedimentos Funcionais, indicam a influência da morfologia na dinâmica da degradação ambiental.

2. Esta correlação é identificada em função das declividades baixas e planas, que possibilitam o desenvolvimento da agricultura irrigada e da pecuária extensiva, fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento da desertificação.

3. A degradação ambiental está relacionada à persistente retroalimentação de sistemas cuja resiliência encontra-se atingida, o que promove a ampliação das áreas afetadas.

4. A Chapada Diamantina e suas encostas correspondem às unidades mais preservadas, sobretudo porque seus padrões morfológicos, não favorecem o desenvolvimento da agropecuária, pois as altas declividades, os solos rasos, rochosos e os lajedos, são condicionantes naturais restritivos e impeditivos.

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço as minhas orientadoras Raquel de Matos Cardoso do Vale e Jocimara Souza Britto Lobão pela orientação e pela ajuda na minha vida profissional e pessoal. Ao INGÁ e a UEFS, por me proporcionar esta oportunidade que significou a realização de um sonho e a concretização de um objetivo.

6 REFERÊNCIAS:

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais.**(Org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

MATALLO JÚNIOR, Heitor. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectiva.** Brasília: UNESCO, 2001.

NASA. MDT/SRTM. 2003. Disponível em: <<http://seamless.usgs.gov/>>. Acesso: 14 jun. 2009.



ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2005

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, FFLCH-USP, n. 6, p. 17-19, 1992.

Secretaria de Recursos Hídricos – SRH. **SIG Bahia**, 2003 – CD-ROM.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G (Org.). **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.