

Delimitação e Caracterização das Unidades de Paisagem da Região de Alfenas, Sul de Minas Gerais, a partir de dados do radar SRTM e imagem orbital ETM+ Landsat 7

Marta F. Marujo Ferreira - Profa. Adjunto (Universidade Federal de Alfenas - Unifal-MG) martafelicia@unifal-mg.edu.br

Rodolfo Lopes de Souza Oliveira – graduando de Geografia (Universidade Federal de Alfenas - Unifal-MG) lopes.rodolfo@gmail.com

Danilo Trovó Garófalo – graduando de Geografia (Universidade Federal de Alfenas - Unifal-MG) danilotrovo@yahoo.com.br

Resumo

Diversos estudos voltados à análise da paisagem, procuram avaliar as características naturais e sociais de maneira integrada, tendo como objetivo identificar a relação sociedade-natureza, materializada culturalmente no uso e ocupação do solo e nas suas alterações impostas ao meio físico. A análise desta relação é marcada na geografia por pesquisas que priorizam a abordagem geossistêmica como referencial teórico-metodológico e, na ecologia, pela visão integradora da ecologia da paisagem, que procura relacionar as atividades humanas às questões naturais. Amparado pela análise integrada da paisagem, o presente trabalho tem como propósito a caracterização e o mapeamento das unidades de paisagem a partir do modelo geossistêmico. A área de estudo, situada na região de Alfenas – MG, corresponde à superfície de quatro cartas topográficas 1:50.000, delimitada pelas coordenadas 21°15' - 21°45' de latitude S e 45°45' - 46°15' de longitude W. Esta área, localizada no sul de Minas Gerais, tem altitudes que variam de 720m a 1350m, e apresenta um relevo modelado em rochas cristalinas, predominando colinas associadas a morros e montanhas. A vegetação original do sul de Minas Gerais é caracterizada pelo cerrado, que ocupava a maior parte do estado, intercalado à mata atlântica. Atualmente, estas formações se encontram ameaçadas por monoculturas e pastagens, apresentando significativa perda da biodiversidade. A metodologia adotada para o mapeamento das unidades de paisagem, está fundamentada na classificação hierárquica sobre geossistemas, proposta por Sotchava (1977, 1978) e Bertrand (1972). O procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa, consistiu nas seguintes etapas: (1) construção de um modelo digital de elevação, na escala 1:100.000, utilizando dados do radar SRTM; (2) classificação digital multiespectral de imagem ETM+ Landsat 7 para mapeamento do uso do solo em escala 1:100.000; (3) integração dos produtos obtidos em (1) e (2), a partir de funções de análise espacial do SIG Idrisi Kilimanjaro, para o mapeamento das unidades de paisagem e (4) checagem do mapeamento em campo. Foram mapeadas e caracterizadas quatro unidades: *Geossistema I* – Colinas Amplas de Furnas; *Geossistema II* – Morros Convexos de Alfenas-Machado; *Geossistema III* – Morros e Montanhas de Serrania; *Geossistema IV* – Cristas Alongadas de Campestre-Serrania.

Palavras Chave: geossistemas, unidades de paisagem, geomorfologia, sul de Minas Gerais, radar SRTM.

Abstract

This work describes a methodology to mapping the landscape units of Alfenas region, located in the south of Minas Gerais state, Brazil. The methodological procedure used was based on four steps: (1) interpolation of digital elevation model (DEM) at 1:100,000 scale using SRTM altimetry radar; (2) land use mapping at 1:100,000, using digital classification of ETM+ Landsat 7 multispectral satellite image; (3) digital elevation model and land use map integration in Idrisi Kilimanjaro GIS, using spatial analysis techniques, to produce the landscape units map and (4) field checking of landscape units map. Four landscape units were mapped in Alfenas region: Geosystems I – Wide Hills of Furnas; Geosystem II – Convex Mounts of Alfenas-Machado; Geosystems III - Mounts and Mountains of Serrania; Geosystems IV – Elongated ridges of Campestre-Serrania.

Key Words: geosystems, landscape units, geomorphology, south of Minas Gerais, radar SRTM.

1. Introdução

A discussão em torno do conceito de paisagem, está presente desde a sistematização científica da Geografia, bem como, das outras ciências. Para a investigação da paisagem, sob a ótica da relação natureza-sociedade, a geografia tem adotado principalmente o modelo *geossistêmico*, o qual se baseia na indissociação entre os meios físico e biótico. A apropriação desta teoria por outros ramos científicos, é perceptível quando nos deparamos com o conceito de *ecossistemas* - proposto pela Ecologia - ou com demais modelos de análise integrada do sistema natural, respaldados na teoria sistêmica. Destaca-se aí, a noção de *paisagem* de Bertrand (1972), a abordagem *ecodinâmica* de Tricart (1977), o conceito de *geossistemas* de Sotchava (1977, 1978) e a *ecologia de paisagens* de Troll (1971).

Bertrand (1978) difere a *paisagem* do *geossistema* e do *ecossistema* distinguindo os dois últimos como produções naturalistas com aspectos sociais (impactos antrópicos). A paisagem, como análise social, incorpora o natural finalizado, ou seja, a base natural já trabalhada pela ação social nas suas diversas maneiras. Desse modo, para o autor, *geossistema* e *ecossistema* são conceitos espaciais (*chorologiques*), enquanto paisagem é um processo, produto do tempo e, mais precisamente, da história social. O geossistema promove o reconhecimento de unidades espaciais com características elementares, relacionais e dinâmicas, semelhantes entre si, incluindo-se também o antrópico. Isso possibilita a discriminação de unidades operacionais de planejamento, sejam quais forem às possibilidades de valorização política ou econômica dessas diversas unidades (RODRIGUES, 2001).

Dentro desta perspectiva, e amparado pela metodologia dos geossistemas, o presente trabalho tem como finalidade contribuir para o conhecimento de parte da região sul de Minas Gerais, através do mapeamento das unidades de paisagem, integrando critérios geomorfológicos, de cobertura vegetal e uso do solo, utilizando-se da teoria geossistêmica. Para o mapeamento das unidades de paisagem, foram utilizados dados altimétricos do radar SRTM e imagem multiespectral do sensor ETM+ Landsat 7, processados no sistema de informação geográfica Idrisi Kilimanjaro, com apoio de trabalhos de campo.

2. A paisagem numa visão geossistêmica

Na observação cotidiana, pode-se perceber que a paisagem é formada por grandes contrastes resultantes da diversidade da ação humana sobre a superfície terrestre. Estabelecer a definição de paisagem pode ser algo um tanto quanto complexo. De acordo com Santos

(1996), a dimensão da paisagem é a dimensão da percepção, o que chega aos sentidos, ou seja, paisagem é tudo aquilo que vemos. Rodriguez e Silva (2002) relembram que a noção de paisagem teve sempre uma visão fortemente dualista. A noção de paisagem, designada com o termo alemão *Landschaft* foi proposta por Humboldt e posteriormente por Dokuchaev, Passarge e Berg, no século XIX e nos primeiros anos do século XX. A importância do surgimento de uma orientação de análise que faça os elementos da paisagem interagir-se, próximo do que se passa na natureza, é evidente. Quando se pensa na perspectiva ambiental, é cabal tratar o espaço levando em consideração sua interação, compreendendo o homem como continuação da história da natureza, nem aquém e nem além dela.

Na década de 60 do século XX, Victor Sotchava, especialista russo, elaborou a teoria dos geossistemas, que tem na paisagem seu universo de análise. Para Sotchava (1978), a Geografia passa a estudar não apenas os componentes da natureza, mas as conexões entre eles, não se restringindo à morfologia da paisagem e às suas subdivisões. Rodrigues (2001, *apud* Sotchava, 1977), ressalta que os geossistemas podem refletir parâmetros sociais e econômicos que influenciam importantes conexões em seu interior. Essas influências antropogênicas representam um estado alterado do geossistema em relação ao seu estado original. Apesar de ter sido formulado pela escola russa, o geossistema foi difundido no mundo ocidental pela escola francesa através de G. Bertrand em 1968. Para Bertrand (1972), a paisagem resulta da combinação dinâmica entre atributos físicos, biológicos e antrópicos que interagem dialeticamente uns com os outros, fazendo dela um conjunto único e indissociável e em evolução permanente.

Um sistema taxonômico de hierarquização da paisagem proposto por Bertrand (*op. cit*) é constituído por seis níveis têmporo-espaciais decrescentes: nas unidades superiores, têm-se a *zona* climática, o *domínio* morfoclimático e a *região* ou província geomorfológica. As unidades inferiores são representadas pelo *geossistema*, que pode ser decomposto em unidades menores fisionomicamente homogêneas, representadas pelos *geofácies* (escala de *km* a *m*) e *geótopos* (escala de *m* a *dm*), este último, representando a menor unidade espacial caracterizado pela homogeneidade. A teoria geossistêmica, após 30 anos de conjectura ainda é pouco conhecida e testada no território brasileiro. Esta teoria pressupõe que, os sistemas ambientais físicos, também denominados de geossistemas, resultam da interação dos elementos dos componentes físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, rochas, águas, vegetação, animais, solos). (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Assim, o geossistema é uma unidade dinâmica com organização geográfica própria, um espaço que permite repartição de todos os componentes de um ambiente, o que assegura sua integridade funcional. O geossistema ascende-se como a unidade mais importante de classificação da paisagem, pois as interdependências dos fenômenos são melhores vistas sob sua perspectiva, permitindo a análise das inter-relações da paisagem.

3. Material e Metodologia

A área de estudo compreende a região de Alfenas, sul de Minas Gerais, localizada entre as coordenadas de 21°15' e 21°45' de latitude S e 45°45' e 46°15' de longitude W, incluindo quatro cartas topográficas na escala 1:50.000: Alfenas, Machado, Areado e Campestre. Apresenta altitudes que variam de 720m a 1350m, predominando relevo colinoso associado a relevos de morros e montanhas. No sul de Minas Gerais, encontram-se fragmentos de vegetação nativa ainda não estudados e fora de áreas de preservação, sendo esses fragmentos, típicos de mata atlântica e de cerrado. A área estudada posiciona-se na transição desses dois ecossistemas. A figura 1 mostra a localização da área no sul de Minas Gerais.

A etapa de pesquisa referente aos trabalhos de escritório, correspondeu ao processamento dos dados orbitais ETM+ Landsat 7 e à interpolação dos dados de radar do sensor SRTM, utilizando-se do SIG Idrisi Kilimanjaro. A imagem multiespectral Landsat foi classificada utilizando-se o algoritmo não-supervisionado *cluster analysis*. A imagem resultante foi checada em campo para se definir as classes de uso do solo e assim, confeccionado o mapa de uso do solo, na escala 1:100.000 (Figura 2). A imagem SRTM foi interpolada por meio do algoritmo *Tin*, gerando-se arquivos com resoluções espaciais de 30m e altimétrica de 50m (Figura 3). Com base nesta imagem, foi elaborada a carta hipsométrica na escala 1:100.000, ao qual foi sobreposta a mapa de uso do solo e assim, definido a carta preliminar de unidades de paisagem. Em seguida, esta carta foi checada em campo, por meio de observação e descrição dos seguintes elementos da paisagem: *formas de relevo, cobertura vegetal e uso do solo* de cada unidade mapeada.

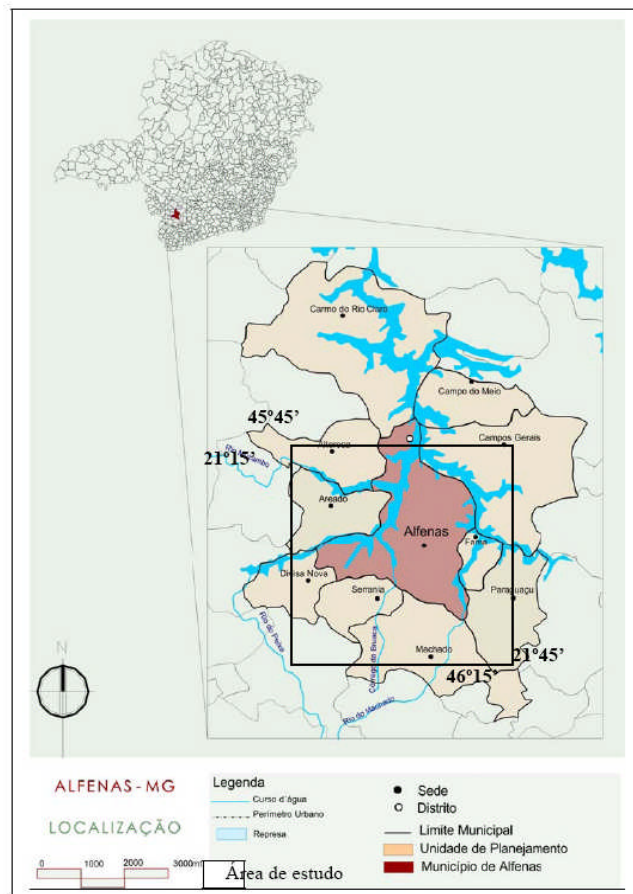


Figura 1 – Localização da área estudada e municípios limítrofes de Alfenas-MG
 Fonte: ALAGO (2006)

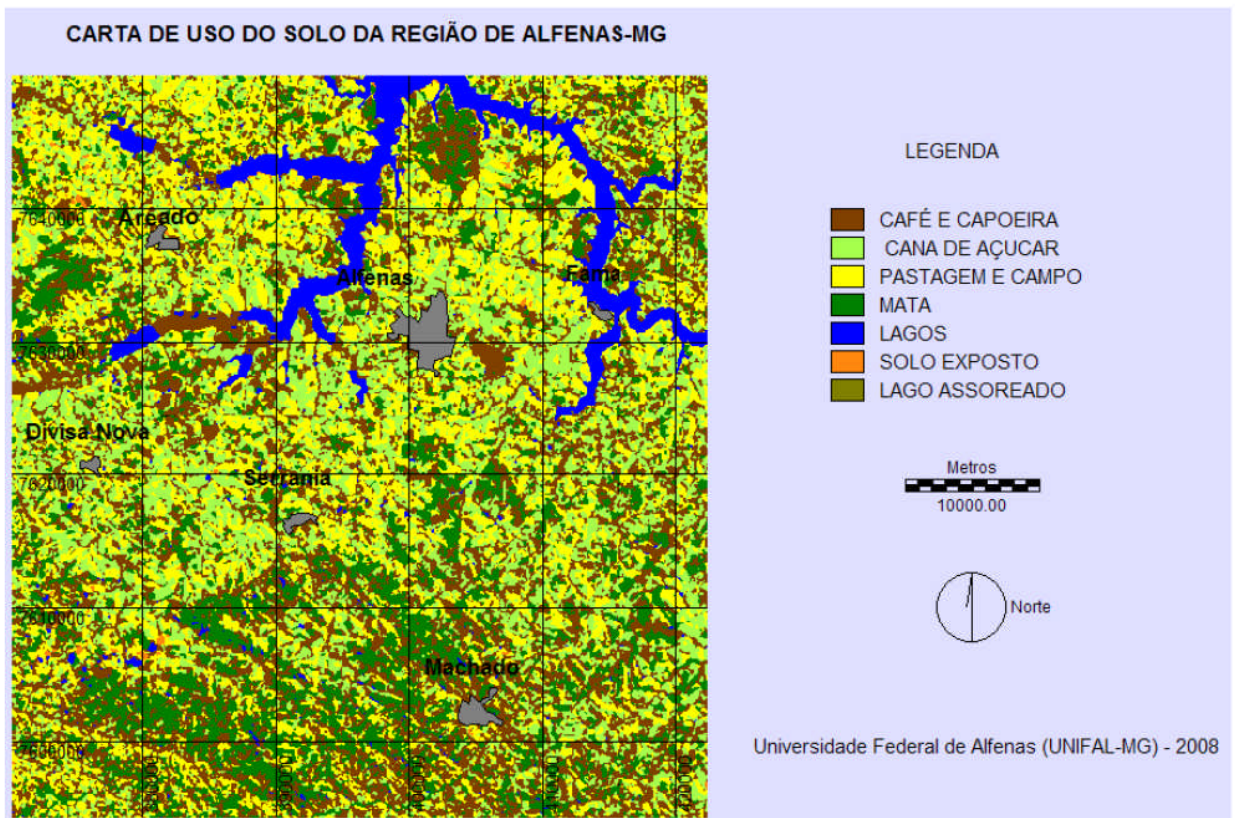


Figura 2 – Carta de uso do solo da região de Alfenas - MG.

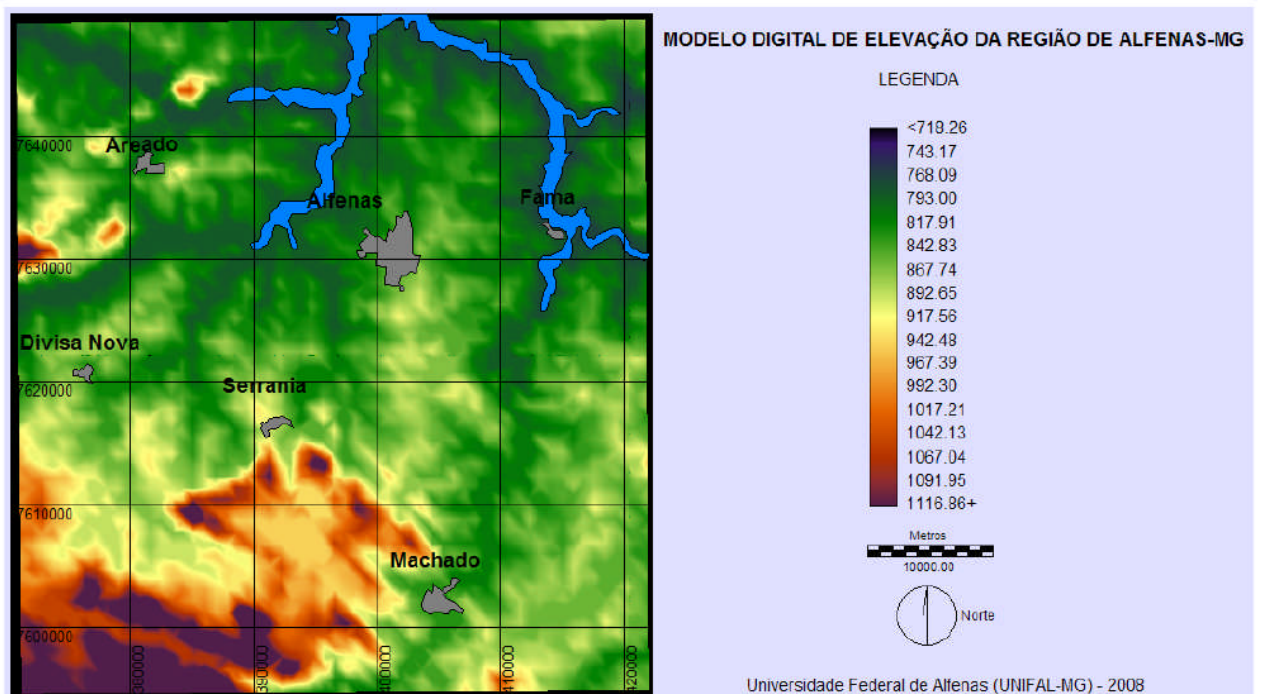


Figura 3 – Modelo digital de elevação da região de Alfenas - MG.

3. Caracterização das Unidades de Paisagem

Os procedimentos metodológicos adotados permitiram a identificação preliminar de quatro unidades de paisagem. Os elementos dispostos nas unidades, tiveram como base atributos físicos e bióticos. O relevo se constitui em condicionante fundamental na delimitação dos geossistemas, pois reflete condições geológicas, pedológicas, de cobertura vegetal e de uso do solo de uma área. Como afirma Tropmair (1990), os elementos geocológicos – clima, solo, hidrografia, flora e fauna – são fortemente influenciados pela compartimentação geomorfológica local, interferindo no ritmo e na intensidade dos fluxos e na dinâmica dos subsistemas. Para a delimitação e caracterização destas unidades, foram realizadas análises geomorfológicas que consistem no levantamento de padrões de formas semelhantes resultando num conjunto de relevos característicos de cada unidade e na análise do mapa de uso do solo e cobertura vegetal. Portanto, a diversidade de formas e de dissecação do relevo foi adotada como base para a estruturação dos geossistemas da região de Alfenas-MG.

Foram consideradas como unidades de paisagem, áreas com características homogêneas em seu interior, especialmente por ter um padrão específico que se repete e que se diferencia da unidade adjacente. Os fatores determinantes foram: formas de relevo, hipsometria e cobertura vegetal e uso do solo. Na área estudada, as unidades de paisagem reconhecidas foram: Geossistema I – *Colinas Amplas de Furnas*; Geossistema II – *Morros Convexos de Alfenas-Machado*; Geossistema III – *Morros e Montanhas de Serrania*; Geossistema IV – *Cristas Alongadas de Campestre-Serrania* (Figura 4).

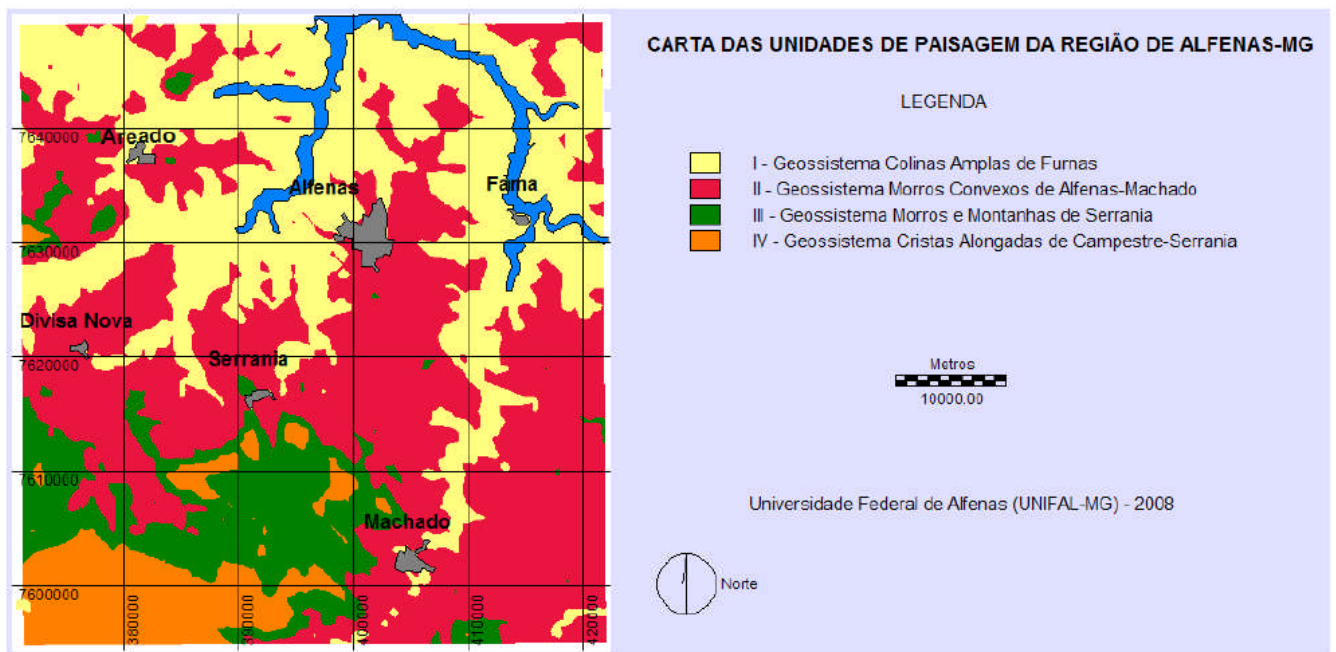


Figura 4 – Carta das unidades de paisagem da região de Alfenas - MG

3.1. Geossistema I – Colinas Amplas de Furnas

A superfície que corresponde ao geossistema *Colinas amplas de Furnas* integra parte da área onde se instalou o reservatório de Furnas, e adjacências. É importante ressaltar que o reservatório foi construído em 1962, e é formado pelos rios Sapucaí e Grande e, afluentes menores integrantes da alta bacia do rio Paraná. Estende-se por 34 municípios, os quais contribuem para o despejo de resíduos domésticos e industriais, além da carga de sedimentos oriundos da erosão dos solos provindos das áreas agrícolas e de pastagens da região. A área que envolve o Geossistema I, inclui o setor sul do reservatório de Furnas, composto por afluentes das bacias dos rios Verde (rios São Tomé, Muzambo e afluentes) e Sapucaí (rio Machado e afluentes menores), que atualmente se constituem em grandes canais alagados da represa de Furnas. O retrabalhamento quaternário desta superfície foi comandado por níveis de base locais das antigas bacias dos rios Verde e Machado, integrantes da bacia do rio Sapucaí, antes da inundação das cotas mais baixas da área devido à instalação da Hidrelétrica de Furnas. Em seu entorno, ocorre um conjunto de colinas amplas, sobre as quais se desenvolveram parte dos sítios urbanos de Alfenas, Fama e Areado.

A característica morfológica predominante são relevos de colinas amplas com amplitudes que variam de 30 a 80m e altitudes entre 750 a 820m, compondo um mosaico de formas com interflúvios largos, pouco dissecados e planícies de inundação relativamente

extensas. Estas formas apresentam rampas contínuas e bases côncavas com material coluvionar. Os solos são espessos apresentando um grau de alteração profundo sendo freqüente a presença de terracetes ao longo da superfície morfológica destas colinas, onde ocorrem processos de rastejo.

A distribuição da cobertura vegetal e do uso do solo associa-se com a variação das formas de relevo. As colinas, em sua maioria, são revestidas de pastagens e campos, apresentando pequenas parcelas de fragmentos de matas, convivendo nas últimas décadas com a expansão da cana açúcar. Nos topos largos e na média encosta, predominam a cultura cafeeira associada a capoeiras, e alguns canais alagados do Reservatório de Furnas apresentam trechos de assoreamento.

3.2. Geossistema II – Morros Convexos de Alfenas-Machado

A configuração fisiográfica da superfície que corresponde ao Geossistema II, *Morros Convexos de Alfenas-Machado*, contrasta-se nitidamente com as *Colinas Amplas de Furnas*, do geossistema I. Aqui, ocorrem relevos de morros convexos com altitudes que variam de 820 a 900m e amplitudes de 80 a 100m, onde se insere parte dos municípios de Divisa Nova, Alfenas e Machado. Nesta unidade, a dissecação fluvial é densa compondo um mosaico de interflúvios de topos arredondados e vertentes convexo-côncavas por vezes retilíneas, com interflúvios estreitos a arredondados. Comumente o desenvolvimento de formas côncavas na base dos morros, se configura num conjunto de anfiteatros de erosão colmatados por materiais coluvionares provindos das áreas mais elevadas, interdigitados pelos materiais aluvionares das planícies fluviais. Nestes anfiteatros o ambiente é úmido com solos profundos e intemperizados associado a uma cobertura vegetal mais densa.

Como em todo o sul de Minas Gerais, essa unidade também foi ocupada também pela cultura cafeeira, presente com destaque nos municípios de Alfenas, Serrania e Machado. Neste geossistema, a presença de fragmentos de mata ocupa áreas mais dissecadas das vertentes e fundos de vales, sendo mais incidentes que no Geossistema I, até mesmo pela declividade mais elevada, que não permite ocupação tão intensa.

3.3. Geossistema III – Morros e Montanhas de Serrania

O geossistema *Morros e Montanhas de Serrania*, que predomina nas imediações dos sítios urbanos de Serrania e Machado, se individualiza como um bloco residual com

altitudes entre 900 a 1020m. O relevo é caracterizado por um conjunto de morros e montanhas com amplitudes que variam de 80 a 180m, composto por vertentes reto-côncavas, vales encaixados e circundados por corredeiras. Os topos das vertentes retilíneas apresentam solos rasos menos intemperizados, por vezes aflorando a rocha. É freqüente a ocorrência de fragmentos de mata nas reentrâncias dos cursos d'água que descem vertentes retilíneas, assim como. As áreas de pastagens, de cultura cafeeira e vegetação de capoeira, são mais comuns nos topos convexizados dos morros. Nesse geossistema, evidenciam-se áreas de solo exposto, sujeitos muitas vezes a processos de ravinamentos e pequenos deslizamentos.

3.4. Geossistema IV – Cristas Alongadas de Campestre-Serrania (1020 a 1300m)

As *Cristas Alongadas de Campestre-Serrania* ocorrem de forma isolada e inseridas como ilhas no Geossistema III, se constituindo em relevos alçados com afloramentos rochosos nos topos. Mais ao sul, apresenta um conjunto de relevos com topos estreitos onde predominam altitudes de 1020 a 1300m e amplitudes de 200 a 300m. Estas cristas são orientadas segundo as direções estruturais predominantes NE-SW e E-W, com vertentes retilíneas abruptas onde aflora a rocha sã. A dinâmica geomorfológica atual caracteriza-se pelo predomínio de escoamento superficial que se desenvolve nas rampas contínuas das vertentes retilíneas. Este processo é responsável pela formação de depósitos de acumulação no sopé das vertentes. A denudação das vertentes retilíneas se caracteriza pela ocorrência generalizada de solos rasos e pouco intemperizados, se configurando em setores ambientalmente instáveis. De acordo com a carta de uso do solo, os fragmentos de mata estão presentes em grande parte deste geossistema. Esta concentração relaciona-se à dificuldade de ocupação de áreas mais íngremes. Nestes relevos, é comum o cultivo de café na média encosta, concorrendo com campos, capoeiras e pastagens.

4. Considerações Finais

Os resultados obtidos na presente pesquisa mostraram que a integração de dados altimétricos do radar SRTM - interpolados à resolução altimétrica de 50m e à resolução espacial de 30m - a dados de imagem multiespectral do sensor ETM+ Landsat 7 e a trabalhos de campo, é útil no mapeamento de unidades de paisagem na escala 1:100.000. Com base nesta metodologia, foi possível se mapear quatro unidades de paisagem na região de Alfenas-MG, com características geomorfológicas e de uso do solo particulares e, especialmente

homogêneas. A delimitação e a caracterização destas unidades de paisagem, permitirão a continuidade desta pesquisa em busca do mapeamento de unidades hierarquicamente inferiores, como *geofácies* e *geótopos*, as quais, serão utilizadas como base para o zoneamento geocológico da área de influência do reservatório de Furnas.

5. Bibliografia

- Associação do Lago de Furnas (2006) Plano Diretor de Alfenas – leitura técnica. Alago, Alfenas, 189p.
- Bertrand, G. (1972) Paisagem e geografia física global- esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra – Instituto de Geografia – USP 13: 1-27.
- Bertrand, G. (1978) Le paysage entre la nature et la société. *Révue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest*, no. 49, p. 16-26.
- Christofoletti, A. (1999) Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 238p.
- Gregory, K.J. (1992) A natureza da Geografia Física. Rio de Janeiro, Bertransd Brasil, 367p.
- Rodrigues, C. (2001) A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. *Revista do Departamento de Geografia*, no. 14, p. 69-77.
- Rodriguez, J.M.M.; Silva, E.V.da (2002) A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. *Mercator – Revista de Geografia da UFC*, ano 1, no. 1, p. 95-112.
- Santos, M. (1996) A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 120 p.
- Sotchava, V. B. (1977) O estudo de geossistemas. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 51 p.(Métodos em Questão, 16).
- Sotchava, V.B. (1978) Por uma Teoria da Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. *IGEOG USP*. n° 14.
- Tricart, J. (1977) *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE/ SUPREN, 91p.
- Troll, C. (1971) Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. *Geoforum* 8:43-46.
- Troppmair, H. (1990) Perfil fitoecológico do estado do Paraná. *Boletim de Geografia, Maringá*, v. 8, n. 1, p. 67-82.