

UTILIZAÇÃO DE SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE UNIDADES AMBIENTAIS

Rosângela Garrido Machado Botelho

Antonio Soares da Silva

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituto de Geociências - Departamento de Geografia

Laboratório de Geomorfologia Experimental e Erosão dos Solos - LAGESOLOS

RESUMO: *O propósito deste trabalho é destacar a importância da identificação e mapeamento de unidades ambientais, anteriormente às etapas de avaliação referentes a projetos de análise ambiental, permitindo que o leitor/usuário tenha possibilidade de desenvolver sua própria avaliação, além da maior flexibilidade na geração de mapas derivados. O uso de Sistemas Geográficos de Informação, amplamente reconhecido para a realização de tais avaliações, permanece como instrumento essencial na conjugação dos dados ambientais considerados para a definição das unidades.*

Palavras-chave: Geoprocessamento, avaliação ambiental.

ABSTRACT: *The purpose of this work is to point out the importance of the environment units identification and mapping before the evaluation phases related to environmental analysis projects, allowing the reader/user can develop his own evaluation besides allowing more flexibility in the generation of derived maps. The Geographical Information Systems utilization, mostly recognized in such evaluations, keeps on as an essential instrument on the conjugation of the environment data considered for the units definition.*

Key words: geoprocessing, environmental evaluation.

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Geográficos de Informação (SGIs) são freqüentemente utilizados em projetos de Análise Ambiental, para a elaboração de Inventários, Monitorias, Assinaturas, Avaliações, Cenários prospectivos, entre outros (Xavier da Silva e Carvalho Filho, 1993). Tais procedimentos, contudo, não visam diretamente a identificação de áreas que sigam o modelo básico de variação contínua em unidades da paisagem e variação descontínua nos seus

limites, como proposto por Hole e Campbell (1985). Variações de lugar para lugar representam uma qualidade inerente à paisagem, que constitui um sistema espacial, ao menos em regiões definidas, notadamente, nas células de análise ambiental, representadas pelas bacias hidrográficas. Nesse sentido, as unidades ambientais aqui referidas caracterizam-se por apresentar elevado grau de similaridade interna e variados, porém reconhecíveis, níveis de distinção entre si.

A elaboração do mapeamento das unidades ambientais, anteriormente às etapas de avaliação, assume importante papel no conhecimento das condições ambientais que poderão servir de base para uma extensa variedade de projetos, tornando-se o produto final da conjugação de diferentes e múltiplas variáveis, e, ao mesmo tempo, mapa base para a realização de qualquer estudo no âmbito sócio-ambiental.

A área onde foi aplicada a metodologia de identificação e mapeamento das unidades ambientais, através do uso de SGI, refere-se à bacia hidrográfica do rio Cuiabá, em Itaipava, município de Petrópolis (RJ). Drenando uma área total de 37,19 Km², a bacia do rio Cuiabá está inserida no domínio serrano do Sudeste, mais especificamente, nos degraus da vertente interiorana da Serra dos Órgãos, cuja rede hidrográfica dirige-se para o vale do rio Paraíba do Sul.

2. PROCEDIMENTOS

Para o tratamento dos dados espaciais (mapas) e identificação das Unidades Ambientais, foi utilizado o Sistema Geográfico de Informação SAGA - Sistema de Análise Geo-Ambiental - desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP) do Departamento de Geografia da UFRJ.

Os dados selecionados para a identificação das unidades ambientais estão representados pelas cartas: Geológica, de Declividades (na escala de 1:50.000), Geomorfológica, de Solos, e de Uso e Cobertura do Solo (na escala de 1:20.000). Infelizmente, a área de estudo não dispõe de postos de coleta de dados pluviométricos e de temperatura que

pudessem permitir um zoneamento climático, constituindo mais um dado de grande valor na identificação das unidades. A proximidade com algumas estações pluviométricas permitiu a caracterização climática da área. Contudo, em função do tamanho relativamente pequeno da área de estudo, acredita-se que a ausência de informações quanto à possibilidade de variação do comportamento da precipitação não represente erros consideráveis. Entretanto, em casos de grandes áreas, tal variável torna-se essencial no reconhecimento de unidades ambientais.

A entrada dos dados espaciais deu-se através do uso de scanner de mesa, gerando arquivos em formato TIFF (Tagged Image File Format), não compactados, através do programa PHOTOSTYLER. Como o scanner possui uma área de trabalho limitada, foi necessário scannerizar os mapas em partes (cinco imagens em tamanho A-4). Cada imagem lida pelo scanner apresentou uma região em comum com a imagem seguinte, a fim de facilitar a união posterior do mapa. A resolução espacial definida foi de 75 DPI (pontos por polegadas), que garante um nível de exatidão elevada, correspondente a 0,3 mm na escala da carta (Francisco e Xavier da Silva, 1993).

Antes da scannerização, contudo, foi executado um pré-processamento, que implica na preparação dos dados originais, separando as informações em mapas diferentes, para facilitar o tratamento da imagem dentro do SGI. Nesta etapa, as feições contidas em cada mapa são passadas a limpo, a fim de que a imagem scannerizada contenha apenas as informações desejadas, evitando um acúmulo de dados desnecessários.

Após a operação de conversão de formatos de TIFF para ESP, formato reconhecido pelo SAGA, e de ESP para MBT (mapa de bits), iniciam-se o tratamento e edição das imagens geradas pelo scanner. Tais imagens podem ser muito ruidosas e, portanto, só são utilizadas para capturar a geometria das feições (Braga Filho et al., 1993). Sendo assim, uma das etapas de edição é a eliminação de ruídos existentes na imagem, que podem ser eliminados por filtros ou apagados diretamente no monitor.

São realizadas, então, a junção dos mapas, já que estes foram scannerizados em partes e a rotação de imagem, em caso do mapa estar inclinado em relação ao sistema de coordenadas. Nesta etapa, é feito o georeferenciamento, que consiste, no caso do SAGA, na atribuição de coordenadas quilométricas à base de dados, através da definição de pontos reconhecíveis.

É comum a ocorrência de falhas nas linhas dos mapas, de tal modo que é preciso efetuar a restituição das feições, completando as linhas e corrigindo sua geometria. Paralelamente à identificação das feições, procede-se à alocação de atributos, em que a cada polígono do mapa é atribuída uma cor que o identifica como pertencente a uma classe preestabelecida, como, por exemplo, áreas de terraço no esboço geomorfológico, ou de pastagem, na carta de uso e cobertura do solo.

Uma das principais vantagens na utilização do SAGA/UFRJ é a possibilidade de executar todos esses procedimentos no próprio Sistema, sem a necessidade de uso de pacotes gráficos externos. Outra grande vantagem é o uso do vetorizador semi-automático na etapa de

identificação das feições, permitindo que o operador do programa escolha o modo e o nível da automaticidade, de acordo com cada caso apresentado (maior ou menor qualidade da imagem), de modo a garantir maior confiabilidade nos resultados.

Foram executadas Assinaturas Ambientais de todos os mapas editados, de acordo com o Módulo de Análise Ambiental do SAGA/UFRJ. As Assinaturas Ambientais permitem identificar associações de características e planimetrias das feições, em percentual e em hectares.

A partir do encerramento da etapa de edição, procedeu-se à conjugação dos dados espaciais. Primeiramente, conjugou-se o Esboço Geomorfológico com a Carta de Solos, seguindo os procedimentos de Avaliação Ambiental do SAGA/UFRJ.

Deste método resultou um novo mapa, no qual as feições contidas nos dois anteriores são associadas. A esse mapa derivado foi conjugada a Carta de Declividades. O resultado, contudo, não se mostrou satisfatório. O grande número de feições de tamanho pequeno existentes na Carta de Declividades, devido à forte variação altimétrica na bacia do rio Cuiabá gerou um mapa "saturado" ou extremamente "retalhado", no que se refere a ocorrência de feições, ainda menores do que aquelas contidas na Carta de Declividades, o que impediu a identificação das continuidades ambientais.

Em função desse fato, foi criada uma nova Carta de Declividades, a partir da anterior, a qual foi denominada Carta de Domínios de Declividades, segundo metodologia elaborada

por Botelho e Soares da Silva (1997). Dessa forma, através da junção de feições de classes de declive de igual valor dominantes em determinado setor da Carta, foi possível estabelecer feições de maior tamanho e que expressam, de maneira mais clara as informações referentes ao gradiente das encostas. Vale ressaltar que o conhecimento adquirido durante as pesquisas de campo na área são vitais para manter a confiabilidade da nova Carta.

Em seguida, efetuou-se a segunda conjugação, cujos resultados foram considerados satisfatórios e as Unidades Ambientais foram estabelecidas.

A Carta Geológica e a de Uso e Cobertura do Solo não foram utilizadas na identificação das Unidades Ambientais na bacia do rio Cuiabá, em função da elevada homogeneidade apresentada pela primeira, e devido às intensas transformações ocorridas na vegetação original da área, não servindo portanto, como variáveis de distinção entre os ambientes naturais. Optou-se por cruzar as informações de natureza antrópica, ao final, a fim de melhor caracterizar o tipo de ocupação em cada Grupamento de Unidades Ambientais delimitado.

Em função do grande número de Unidades Ambientais mapeadas e de relações genéticas existentes entre elas, as Unidades foram reunidas em Grupamentos, considerando seu comportamento morfodinâmico e sua fragilidade

ambiental. Para a criação dos Grupamentos, foi realizada Avaliação Ambiental sobre a Carta de Unidades Ambientais, atribuindo-se notas diferenciadas às categorias identificadoras das unidades.

3. RESULTADOS

A aplicação da metodologia adotada permitiu identificar 42 (quarenta e duas) Unidades Ambientais. Essas unidades revelam-se como síntese da ação combinada dos fatores do meio físico, que por ser variada no tempo e no espaço, gera ambientes diferenciados.

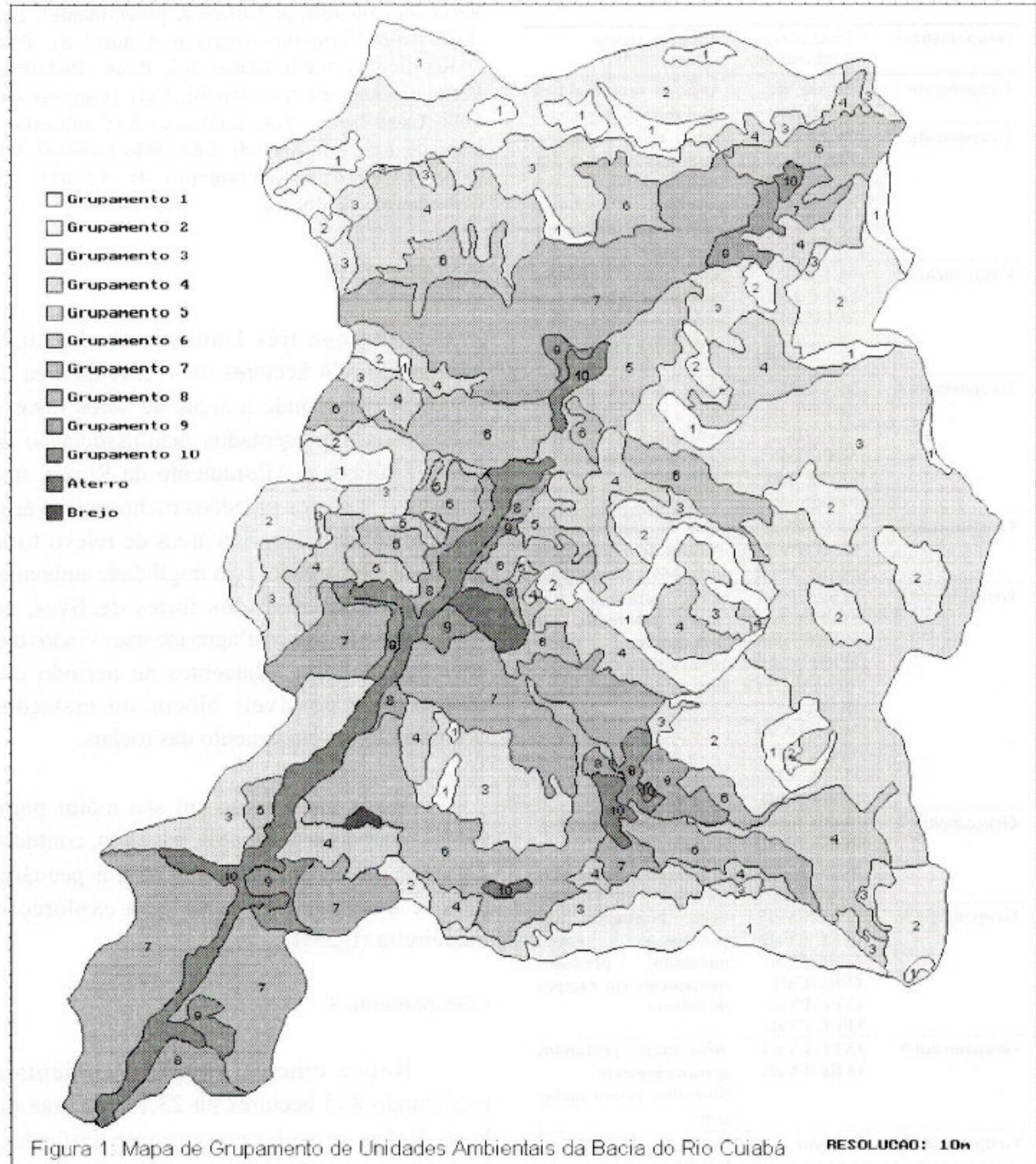
As Unidades Ambientais foram reunidas em 10 (dez) grupamentos descontínuos (Figura 1), considerados mais eficientes para apresentação e discussão sobre suas características e posteriores etapas de avaliação (Tabela 1).

- Grupamento 1

É formado por duas Unidades Ambientais e ocupa uma área de 330 hectares, correspondentes a 8,9% da bacia do rio Cuiabá. Refere-se às áreas de ocorrência de afloramentos de rocha, representadas por paredões rochosos, em declives superiores a 45%. A ausência de cobertura pedológica e o fortíssimo gradiente são responsáveis pela alta produção de fluxos d'água. Há ocorrência de queda de blocos em função do deslocamento das rochas.

SAGA
Sistema de Análise Geo-Ambiental
Sistema de Apoio à Decisão

7530;704



7521;696

2000m

TABELA 1 - GRUPAMENTOS DAS UNIDADES AMBIENTAIS DA BACIA DO RIO CUIABÁ

Grupamentos	Unidades Ambientais	Características Gerais
Grupamento 1	Es/AR/AR M/AR/AR	Área de ocorrência de afloramento de rocha
Grupamento 2	M/T/Ld2 FO/T/Ld2 Es/EC/Ld2	Solos rasos e pedregosos em áreas de depósito de tálus e sopé de paredões rochosos, relevo forte ondulado a escarpado
Grupamento 3	M/T/Ld1 Es/EC/Ld1 M/EC/Ld1 Es/EC/Cal2 FO/EC/Ld2	Solos rasos e poucos profundos podendo ser pedregosos, relevo forte ondulado a escarpado
Grupamento 4	M/T/Cal1 Es/EC/Cal1 M/EC/Ld2 M/EC/Ld1 FO/EC/Ld1 M/EC/Cal2	Solos poucos profundos, moderadamente pedregosos, relevo predominantemente montanhoso
Grupamento 5	M/EC/PVal M/RC/PVal FO/RC/PVal	Área de ocorrência de Podzólicos, relevo forte ondulado a montanhoso
Grupamento 6	FO/EC/PVal FO/EC/Ch FO/EC/LVal2 FO/EC/Cal1M /EC/LVal2FO/ RC/LVal2 M/RC/LVal3 M/EC/Cal1 FO/RC/Ch FO/RC/Cal1	Solos profundos a muito profundos não pedregosos, relevo predominantemente forte ondulado
Grupamento 7	FO/RC/LVal1 FO/EC/Lval1 M/EC/Lvh M/EC/LVal1	Solos muito profundos, acentuadamente drenados, relevo forte ondulado e montanhoso
Grupamento 8	O/RC/LVal3 O/RC/LVal2 O/RC/PVal O/RC/Cal1 O/EC/PVAc O/EC/PVal	Solos profundos não pedregosos, relevo ondulado, predominantemente em rampas de colúvio
Grupamento 9	O/EC/LVal1 O/RC/LVal1	Solos muito profundos acentuadamente drenados, relevo ondulado
Grupamento 10	P/Te/Ad	Terraços aluviais, relevo plano

Tipos de relevo: Es (escarpado), M (montanhoso), F (forte ondulado), O (ondulado), P (plano); Feições geomorfológicas: AR (afloramento de rocha), T (tálus), EC (embasamento cristalino), RC

(rampa de colúvio), Te (terraço); Unidades de mapeamento de Solos: LVal1 (Latosolo Vermelho-Amarelo A moderado), LVal2 (Latosolo Vermelho-Amarelo podzólico A moderado), LVal3 (Latosolo Vermelho-Amarelo podzólico A proeminente), LVh (Latosolo Vermelho-Amarelo A húmico), PVal (Podzólico Vermelho-Amarelo), PVAc (Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico), Cal1 (Cambissolo), Cal2 (Cambissolo + Solo Litólico), Ch (Cambissolo A húmico), Ad (Solo Aluvial), Ld1 (Solo Litólico), Ld2 (Solo Litólico + Afloramento de Rocha), AR (Afloramento de Rocha).

- Grupamento 2

Abrange três Unidades Ambientais, totalizando 544 hectares ou 14,7% da área de estudo. Corresponde a áreas de solos rasos e pedregosos, representados pela associação de Solos Litólicos e Afloramento de Rocha, que ocupam o sopé dos paredões rochosos, em área de depósito de tálus. São áreas de relevo forte ondulado a escarpado, cuja fragilidade ambiental está associada, além dos fortes declives, ao recebimento de fluxos d'água intensos vindos das encostas rochosas adjacentes no período das chuvas e de possíveis blocos ou matacões oriundos do deslocamento das rochas.

Essas áreas estão em sua maior parte (66%) recobertas por matas, havendo, contudo, algumas partes aproveitadas para a pecuária (9%) e uma pequena parte para exploração madeireira (0,25%).

- Grupamento 3

Reúne cinco Unidades Ambientais totalizando 855 hectares ou 23,1% da área da bacia. Refere-se a solos rasos e pouco profundos, podendo ser pedregosos, representados por Solos Litólicos e Associação de Solos Litólicos e Afloramentos de Rocha, e Associação de Cambissolos e Solos Litólicos, desenvolvidos

sobre embasamento cristalino em relevo que varia do forte ondulado ao escarpado.

A variedade de usos, neste caso, é maior que nos grupamentos anteriores. A maior parte do grupamento ainda é recoberto por mata (62,5%), porém, as áreas de pastagem (20%) aumentam bastante em relação ao Grupamento 2. É ampliada a área de exploração madeireira e já é possível verificar a presença de áreas com atividade agrícola e de construção.

- Grupamento 4

Seis unidades formam este grupamento, abrangendo 432 hectares ou 11,7% do total da área de estudos. Caracteriza-se por apresentar solos pouco profundos e moderadamente pedregosos, referentes a Cambissolos e Associação de Cambissolos e Solos Litólicos em relevo predominantemente do tipo montanhoso, e alguns Solos Litólicos, em relevo forte ondulado, desenvolvidos sobre o embasamento cristalino, exceção feita a alguns Cambissolos desenvolvidos em rampas de colúvio com gradiente superior a 45%. Pouco menos da metade da área ocupada pelo Grupamento encontra-se recoberta por mata (47%), enquanto as áreas de pastagens passam a representar 33%. As áreas de exploração madeireira aumentam cinco vezes em relação ao grupamento anterior, havendo pequeno acréscimo em relação às áreas edificadas. É possível verificar também, atividade agrícola, em pequena escala.

- Grupamento 5

É formado por três Unidades Ambientais, correspondentes a uma área de 111 hectares ou 3,0% do total. Este grupamento inclui as áreas de ocorrência do Podzólico Vermelho-Amarelo

em relevo montanhoso, sobre embasamento cristalino e em rampas de colúvio, em relevo forte ondulado. São solos não pedregosos, mais desenvolvidos e profundos do que aqueles existentes nos grupamentos anteriores, apresentando acumulação de argila no horizonte B, que acentua o gradiente textural entre os horizontes superficial e subsuperficial. Aliado a este fato, estes solos apresentam uma descontinuidade estrutural, resultante da mudança da estrutura granular no horizonte A para estrutura em blocos no horizonte B. Esses atributos podem ser responsáveis por dificuldades na percolação vertical de água no perfil, gerando um fluxo subsuperficial lateral que favorecerá o surgimento de processos erosivos. Na área, estes solos estão ocupados, predominantemente, por pastagens (60%), existindo também agricultura (6%) e exploração madeireira (4%).

- Grupamento 6

Abrange dez Unidades Ambientais, num total de 483 hectares, equivalentes a 13,1% da área da bacia. Corresponde a áreas de solos profundos a muito profundos, não pedregosos, representados, principalmente, por Latossolo Vermelho-Amarelo podzólico, desenvolvido sobre o embasamento cristalino, em relevo forte ondulado, em área de rampa de colúvio. Existem ainda Cambissolos e Podzólicos Vermelho-Amarelo, em relevo forte ondulado. Na área, estes solos apresentam textura argilosa e blocos subangulares fracos no horizonte B, possuindo descontinuidades texturais e estruturais entre os horizontes A e B, na maioria das vezes, mais fracos do que os solos do Grupamento anterior.

Destacam-se em área, as pastagens (44%), e as áreas de exploração madeireira, que apresentam neste grupamento, o maior valor em percentual e em hectares.

- Grupamento 7

É composto por quatro Unidades Ambientais, que somam 532 hectares ou 14,3% da área de estudo. Caracteriza-se por apresentar solos muito profundos, acentuadamente drenados, desenvolvidos em relevo forte ondulado e montanhoso, referentes ao Latossolo Vermelho-Amarelo. Metade da área encontra-se ocupada por pastagens, sendo o restante, praticamente ocupado por mata (40%). Áreas agrícolas, de exploração madeireira e de edificações são também observadas.

- Grupamento 8

Engloba seis Unidades Ambientais, correspondendo a 292 hectares ou 7,9% da área total da bacia. Refere-se às áreas de rampas de colúvio em relevo ondulado, onde ocorrem solos profundos, não pedregosos, representados pelo Latossolo Vermelho-Amarelo podzólico, Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico e Cambissolo.

- Grupamento 9

Formado por duas Unidades Ambientais, que somam 81,22 hectares ou 2,2% do total da área da bacia. Caracteriza-se por relevo do tipo ondulado, solos profundos e acentuadamente drenados, representados pelo Latossolo Vermelho-Amarelo. Tratam-se de solos de maior resistência à erosão.

- Grupamento 10

Trata-se de um Grupamento unitário, que ocupa 138 hectares ou 3,7% da área de estudo. Refere-se às feições de terraços estreitos, em relevo plano, ao longo do rio Cuiabá e em pequenos trechos de alguns de seus tributários, onde ocorrem Solos Aluviais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação de Unidades Ambientais pode, como no caso da bacia do rio Cuiabá, exigir, em função da escala de trabalho a nível local, um levantamento intenso de dados sobre a distribuição e comportamento das variáveis de análise selecionadas. O fato de não haver dados disponíveis na escala desejada implica na elaboração de mapeamentos temáticos, que podem ser responsáveis por grande parte do tempo dedicado à pesquisa. Trabalhar sobre dados cartográficos anteriormente elaborados, representa, na maioria dos casos, incoerências a nível de escala, que serão refletidas nas avaliações e resultados da pesquisa.

O uso do geoprocessamento na edição e conjugação das cartas temáticas representa um fortíssimo aliado, que não deve ser dispensado. A entrada dos dados espaciais no SGI, além de permitir várias possibilidades de conjugação, mantém esses dados disponíveis para eventuais repetições. Entretanto, ao contrário do que se possa imaginar, ele não substitui os conhecimentos sobre a área adquiridos em campo, e nem tampouco os conhecimentos do pesquisador, exigidos quando do momento da correção das imperfeições nas geometrias das feições mapeadas, por exemplo.

Os critérios de identificação e delimitação das Unidades Ambientais responde às interações dos fatores do meio físico, com a devida atenção para o comportamento do que é dominante (maior frequência espacial), em função da possibilidade de ocorrência de pequenas incongruências, surgidas após a conjugação dos mapas.

As dificuldades de trabalho em escala de detalhe e em área de relevo bastante movimentado refletiram-se no número de

Unidades Ambientais (total de 42). Mudanças na morfologia e/ou no tipo de relevo (variando de plano a escarpado) são responsáveis por mudanças na cobertura pedológica e, conseqüentemente, nas relações morfodinâmicas e de fragilidade do ambiente.

Dessa forma, acredita-se ser conveniente a criação de grupamentos de Unidades Ambientais, definidos em função das finalidades de avaliação da pesquisa e a partir da comparação do comportamento ou da fragilidade ambiental das Unidades entre si. Vale ressaltar, no entanto, que para a criação de grupamentos podem ser considerados outros critérios, que levem em conta atitudes ou atributos em função de objetivos específicos pré-determinados.

A Carta de Grupamentos de Unidades Ambientais pode revelar-se mais útil no que se refere às recomendações de uso na área, refletindo melhor as semelhanças (menores discontinuidades espaciais) e as distinções (maiores discontinuidades espaciais) intergrupos. Entretanto, destaca-se a possibilidade de uso da Carta de Unidades Ambientais para o desenvolvimento de estudos mais específicos, nos quais o maior detalhamento e fidelidade às mudanças espaciais sejam mais necessárias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELHO, R. G. M.; SOARES DA SILVA A., Metodologia para elaboração de Carta de Domínios de Declividade, In: Simpósio de Geografia Física Aplicada, 7, Curitiba, Anais... 1997, (no prelo).
- BRAGA-FILHO, J. R.; J. et al. Uma entrada de dados para SGI's, In : Conferência Latino Americana sobre Sistema de Informações Geográficas, 4, São Paulo, Anais..., p. 123-134, 1993
- FRANCISCO, C. N.; XAVIER DA SILVA, J.. O uso de scanners na digitalização de mapas destinados a sistemas de informações geográficas, In - Congresso Brasileiro de Cartografia, 16, Rio de Janeiro, p. 807-815, 1993.
- HOLE, D. F.; CAMPBELL, B. J.. Soil Landscape Analysis, London, Melbourne and Henly : Routledge and Kegan Paul, , 1985, 196 p.
- XAVIER DA SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L.. Sistemas de Informação Geográfica: uma proposta metodológica, In: Conferência Latino-Americana sobre Sistemas de Informação Geográfica, 4, São Paulo, 1993, Anais ..., São Paulo, p. 609-628.