

MAPEAMENTO DE UNIDADES DE PAISAGEM EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: ALGUNS PRESSUPOSTOS FUNDAMENTAIS

*MARCOS CESAR FERREIRA**

Resumo

Este artigo apresenta uma discussão sobre conceitos fundamentais para as pesquisas voltadas ao mapeamento de unidades de paisagem em sistemas de informação geográfica. São revistos tópicos básicos sobre paisagem e geossistemas, buscando a compreensão de sua estrutura espacial hierárquica e sua aplicabilidade em modelos de análise espacial de dados em SIGs. O artigo também contempla algumas definições sobre SIGs, extraíndo conceitos e paradigmas adequados à análise integrada da paisagem ao nível regional. Discute-se ainda neste trabalho, algumas formas de utilização e combinação de funções de processamento espacial disponíveis em SIGs aplicadas ao mapeamento de unidades de paisagem.

Palavras Chave: Unidades de paisagem, sistemas de informação geográfica, geossistemas.

Abstract

Landscape units mapping in geographical information systems: some fundamental presumptions

This paper presents a theoretical discussion about landscape units mapping using geographical information systems. Basic topics of landscapes and geosystems are reviewed and its spatial structure are related to spatial analysis methods of GIS. This work also presents ways of overlaying maps in GIS and shows some problems and solutions related to cartographic modeling of landscape units.

Key Words: Landscape units, geographical information systems, geosystems, mapping.

* Prof. Dr. do Dep. de Cartografia e Análise da Informação Geográfica UNESP - Rio Claro - SP

1. INTRODUÇÃO

Na Geografia atual, os estudos físico-geográficos têm apresentado, na sua maioria, tendências a adotar escalas de abordagem espacial detalhadas, tais como vertentes isoladas, perfis de solo, microbacias, municípios e até pequenas áreas de interesse específico delimitadas apenas por coordenadas geográficas.

Neste nível de compreensão do espaço, maior interesse tem sido dado aos processos ligados à geomorfogênese, à pedogênese, ao clima local e a estudos sobre contaminação de corpos hídricos isolados, tais como canais fluviais, lagos, entre outros.

Por outro lado, os estudos físico-geográficos regionais têm sido vistos com menor frequência e interesse na geografia atual, seja devido à complexidade gerada pela análise de grandes superfícies, como também pela dificuldade de se estabelecer relações entre fatores ambientais em escala pequena, sem que se efetuem algumas generalizações.

No entanto, observa-se também neste final de século, a tendência de algumas ciências de se voltarem para questões globais, ao nível continental, como é o caso das pesquisas sobre mudanças climáticas, biodiversidade, paleohidrologia, entre outras. Estas direções têm valorizado e atualizado o conceito de escala regional, abrindo caminho para novas perspectivas do conhecimento dos espaços terrestres.

Estas pesquisas ainda permanecem circunscritas aos limites teóricos da maioria dos estudos sobre a estrutura espacial e a dinâmica das paisagens em escala regional. Estas análises sempre encontraram dificuldades de sucesso devido às limitações tecnológicas de época, principalmente no que se refere à integração da grande quantidade de dados espaciais requeridos. Neste sentido, acreditamos que os sistemas de informação geográfica (SIGs) apresentam potencialidades para a análise integrada e a espacialização de dados ambientais para o mapeamento de unidades de paisagem ao nível regional.

Os sistemas de informação geográfica têm sido utilizados desde os anos 70 como instrumento de análise e modelagem de dados espaciais e atualmente adquiriram um papel fundamental no desenvolvimento metodológico da Geografia. Embora visto por alguns pesquisadores mais conservadores como apenas um conjunto de técnicas, os SIGs consistem na verdade em modelos de análise espacial que integrados, constituem a ciência da informação geográfica (GOODCHILD, 1992).

Neste sentido, acreditamos que tais sistemas têm desempenho bem diferenciado quando utilizados dentro de paradigmas geográficos claros, balizados em fundamentação teórico-metodológica adequada. Ao contrário do caráter puramente técnico e cadastral, como vem sendo utilizado na maioria das instituições públi-

cas e privadas de planejamento, os SIGs devem atingir papel de explicadores de relações geográficas multitemáticas ao nível global.

Poucos são os estudos empregando SIGs dentro de uma ótica físico-geográfica integrada pois muitas vezes se desconhece o nível de dependência ou de correspondência espacial entre variáveis ambientais em escala regional. Embora se aceitem determinados pressupostos de dependência entre fatores ambientais ao nível local, muitas vezes não se tem claros os métodos de integração entre tais fatores, que demonstrem de forma espacial ou em tabelas, a quantificação desta interdependência. Os SIGs através de funções de processamento espacial podem contribuir para a elucidação destas questões de natureza geográfica. Neste trabalho, apresentamos uma discussão metodológica sobre o potencial e as limitações da análise espacial de variáveis ambientais para o mapeamento de unidades de paisagem ao nível regional, tendo como base as funções de processamento espacial disponíveis em sistemas de informação geográfica.

2. PAISAGEM, UNIDADES DE PAISAGEM E GEOSISTEMAS

O termo paisagem é utilizado desde o final da Idade Média, para denominar unidades territoriais ou corológicas indiscriminadas. Sua origem, está associada à palavra *pais agem* (agir ou atuar no país, na nação). Na Europa já era conhecida a palavra germânica *Landschaft*, designada para definir uma região ou um território onde se desenvolviam pequenas unidades habitacionais ou comunidades (ROUGIERIE & BEROUTCHACHVILLI, 1990).

No Congresso da União Geográfica Internacional - UGI, realizado em 1938, na Holanda, foi discutido o conceito de paisagem, com o objetivo de atribuir-lhe uma conotação concreta e pragmática. Isto porque, o conceito possuía diferentes interpretações desde o início do século, seja associado à geoecologia na Alemanha ou os geossistemas na Europa Central e União Soviética.

Neste congresso, o conceito de paisagem foi melhor definido a partir do questionamento da dicotomia entre paisagem humana e paisagem natural embora ainda predominasse a visão da paisagem como elemento ideográfico e descritivo. No entanto, apenas partir dos anos 50 é que se percebe a depreciação da paisagem geográfica no sentido iconoclástico, principalmente dos tipos morfológicos, freqüentemente vistos nos trabalhos dos geógrafos franceses do século passado e início deste século.

Opondo-se ao conceito estético-descritivo, surge então idéia de paisagem como a relação homem-natureza, isto é, a paisagem como ambiente. Nesta nova abordagem, segundo ROUGIERIE & BEROUTCHACHVILLI (*op. cit.*), há a desco-

berta da paisagem como *objeto*, na qual podem ser realizadas ações de intervenção e de pesquisa científica. Neste momento, no pós-II Guerra Mundial, têm início os primeiros trabalhos aplicados apoiados na idéia de paisagem-objeto. Exemplos desta linha de trabalho foram os estudos desenvolvidos pelo governo australiano após 1945, que tiveram como objetivo efetuar grandes levantamentos sobre os recursos naturais do norte do país. Para esta finalidade, o CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) desenvolveu métodos de análise e classificação da paisagem em unidades homogêneas.

Já a ciência da paisagem desenvolvida na União Soviética teve como seu principal mérito os avanços epistemológicos. Como na Austrália, na então URSS a ciência da paisagem origina-se a partir de pesquisas aplicadas ao desenvolvimento econômico de vastas áreas não mapeadas, como era o caso a Sibéria, em busca de melhores alternativas de ocupação territorial.

No campo da morfologia, os estudos desenvolvidos pelos soviéticos resultaram na classificação de diferentes unidades, sobre as quais está estruturada a paisagem. O menor componente desta estrutura é a *fácie*, também denominada *geômero elementar*, ou seja, uma unidade que apresenta atributos corológicos, morfológicos e funcionais próprios, onde ocorrem trocas de energia e matéria.

SOCHAVA (1978) entende que “deve-se estudar não só os componentes da natureza, mas as conexões entre eles, e não se deve restringir à morfologia da paisagem e às suas subdivisões, mas de preferência estudar sua dinâmica, sua estrutura funcional e às suas conexões”. Cada *fácie* pode ser considerada como um elemento único, fazendo parte de um nível de integração geral. Nesta classificação, os *geômeros (taxonomia)* e os *geócoros (corologia)* relacionam-se segundo ordens de dimensões, partindo hierarquicamente do *planetário ao topológico*. As ordens de dimensão, estabelecem as bases para a cartografia das unidades, facilitando os estudos baseados na sua espacialização e integração com outros tipos de dados geográficos. A *fácie* nos parece a unidade fundamental para análise espacial de variáveis ambientais em SIG.

BEROUTCHACHVILLI & BERTRAND (1978) definem o geossistema como um sistema geográfico homogêneo ligado a um território e caracterizam-no segundo três elementos: *morfologia, funcionamento e comportamento*. A *morfologia* é definida por estruturas espaciais verticais (geohorizontes) e horizontais (geofácies). O termo geohorizonte designa uma estrutura vertical caracterizada pela sua fisionomia (forma, textura, volume), pela sua massa e energia associado à repartição espacial de massas. A palavra geofácie refere-se à uma estrutura horizontal interna de um geossistema, que se constitui em um determinado período de tempo em uma estrutura específica de geohorizontes. Esta estrutura, segundo os autores, varia com o tempo.

O *funcionamento*, engloba o conjunto de transformações relacionadas à energia solar e gravitacional, aos ciclos hidrológico e biogeoquímico, aos movimentos da atmosfera e à morfogênese. Quanto ao *comportamento*, este é entendido através das mudanças de estado que intervêm no geossistema em uma determinada seqüência temporal.

Segundo DEMECK (1978), podemos citar seis tipos de processos importantes que ocorrem no âmbito dos geossistemas:

- 1) *transformações da energia solar, onde uma pequena parte é utilizada pela fotossíntese, se considerarmos o balanço térmico e radioativo do geossistema;*
- 2) *transformações da energia gravitacional, compreendendo a circulação da água, a queda das folhas e os diferentes processos erosivos ligados à gravidade;*
- 3) *o ciclo da água no geossistema (precipitação, evapotranspiração e escoamento);*
- 4) *os ciclos biogeoquímicos que comandam a transformação quantitativa e qualitativa da matéria;*
- 5) *os processos geomorfológicos que modificam o relevo e o volume das rochas;*
- 6) *os movimentos de massa aérea (ventos, pressão atmosférica, entre outros).*

Entendemos que uma unidade de paisagem comporta-se como um geossistema, porque apresenta as mesmas características funcionais e morfológicas inerentes ao conceito de geossistema. A idéia de paisagem como unidade ambiental, para nós é menos abstrata e mais coerente no que se refere à delimitação espacial de unidades homogêneas. Utilizando este conceito, evitaremos aqui, possíveis dúvidas de caráter epistemológico decorrentes do termo geossistema, sem no entanto ignorar sua importância no estudo dos processos atuantes na paisagem global.

3. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: ALGUNS CONCEITOS E PARADIGMAS

Devido à disponibilidade de um conjunto de ferramentas universais para a manipulação de dados espaciais, os sistemas de informação geográfica têm sido utilizados por uma grande variedade de disciplinas técnicas e acadêmicas (BURROUGH & FRANK, 1995).

Nos últimos 20 anos, tem se verificado um rápido crescimento nos campos teórico e tecnológico dos sistemas de informação geográfica. Neste período, os SIGs passaram por três fases seqüenciais: a *primeira*, quando o uso destes sistemas era de domínio acadêmico, restrito aos grupos de pesquisa universitários. Em uma segunda fase os SIGs tiveram maior crescimento ao nível institucional privado, utilizados principalmente por empresas. Atualmente, estamos ingressando na fase do domínio do usuário, momento no qual os SIGs estão sendo manipulados em grande parte individualmente, pelos consumidores e pesquisadores através de microcomputadores pessoais.

Os SIGs apresentam um conjunto de funções de amplas aplicações espaciais, voltadas para a integração de dados, que agrupam idéias desenvolvidas em diferentes áreas, tais como na agricultura, botânica, computação, economia, matemática, fotogrametria, cartografia e principalmente na geografia.

A literatura tem mostrado a existência de inúmeras definições de sistemas de informação geográfica. SMITH et al. (1987) entendem SIG como um sistema de base de dados, no qual a maioria dos dados são espacialmente indexados, e sobre os quais atua um conjunto de procedimentos voltados a obtenção de respostas a questões geográficas previamente formuladas.

Já para OZEMOY et al. (1981), um SIG é um conjunto de funções automatizadas que auxiliam os pesquisadores com a sua capacidade avançada para armazenar, acessar, manipular e apresentar dados espaciais. Segundo COWEN (1988), o SIG é um sistema de suporte para decisões, aplicado à integração de dados espacialmente referenciados com a finalidade de solucionar problemas de paisagem.

Em um sistema de informação geográfica, a realidade é representada como uma série de características geográficas definidas segundo a associação entre dados geográficos (referência espacial), e atributos (dados estatísticos ou não locais). Em termos conceituais e metodológicos, um SIG pode ser visto de três maneiras: como processamento de mapas, base de dados e análise espacial.

A visão de mapa, enfoca os aspectos cartográficos e entende o SIG como sistema de apresentação e processamento de mapas temáticos. Cada conjunto de dados é representado como um mapa, (chamado também de "layer" ou tema). Estes mapas são usualmente manipulados no formato raster e processados por funções de adição, subtração ou de procura de padrões. A saída resultante destas operações é um outro mapa (MAGUIRE, 1991).

A abordagem de base de dados, predomina entre os pesquisadores com sólida formação em ciência da computação, baseia-se principalmente na manipulação de dados digitais na forma de registros. O terceiro ponto de vista, que enfatiza a análise espacial, preocupa-se com a análise e modelagem de dados geográficos. Nesta visão, o SIG é visto muito mais como uma ciência da informação espacial do que como uma tecnologia.

A utilização prática dos sistemas de informação geográfica, apoia-se no uso de questões básicas, que são formuladas para a obtenção das respostas para a pesquisa (Quadro 1).

Quadro 1 - Operações espaciais e questões básicas correlatas utilizadas em SIG (Fonte: MAGUIRE, 1991).

	OPERAÇÃO	QUESTÃO BÁSICA
1	LOCALIZAÇÃO	O que há em...?
2	CONDIÇÃO	Onde está...?
3	TENDÊNCIA	O que tem mudado...?
4	ROTAS	Qual o melhor caminho...?
5	PADRÃO	Qual é o padrão...?
6	MODELAGEM	O que acontece se...?

Segundo MAGUIRE (1991), as questões sobre localização, envolvem perguntas efetuadas à base de dados para se determinar os tipos de características que ocorrem em um local. As questões de condição, ao contrário, envolvem a identificação de locais que têm determinadas características pré-definidas. Já as questões que envolvem tendência, englobam o monitoramento das mudanças espaciais e temporais dos objetos.

Ainda segundo o mesmo autor, as questões sobre rotas ou distâncias, realizam cálculos de melhores escolhas de proximidade entre dois ou mais locais. Sobre padrões, obtém-se respostas que permitem a descrição e a comparação de fenômenos ou processos que influenciam a distribuição destes padrões espaciais. O último tipo de questão é a relacionada à modelagem preditiva, que utiliza funções para a simulação de situações futuras.

4. FUNÇÕES DE ANÁLISE ESPACIAL E MAPEAMENTO DE UNIDADES DE PAISAGEM EM SIGs: ALGUNS ELEMENTOS IMPORTANTES PARA DISCUSSÃO.

4.1. Modelos de dados espaciais

Um estudo envolvendo unidades de paisagem em sistemas de informação geográfica, deve primeiramente apoiar-se em paradigmas e conceitos adequados ao

tratamento da informação geográfica. Neste aspecto, pode-se considerar os paradigmas de dados espaciais apresentados por BURROUGH & FRANK (1995), os quais classificam os fenômenos espaciais de acordo com os métodos de abordagem de dados em sistemas de informação geográfica.

Segundo os autores, existem dois tipos de representações estáticas do espaço, que podem ser manipuladas através de matemática convencional e álgebra booleana: a representação que ajusta objetos individuais a atributos e limites bem determinados, denominada entidade de visualização, e aquela associada às variações contínuas apoiadas em modelagem, denominada de superfícies contínuas.

A entidade de visualização consiste em objetos individuais delimitáveis com exatidão, sendo que cada objeto ocupa um espaço e tem propriedades particulares. Este tipo de representação tem como objetos geográficos básicos o ponto, a linha e o polígono, que podem ser descritos por atributos medidos em escalas nominal, ordinal, intervalar, ou proporcional. Para os autores, a geometria só se altera através da sobreposição de dois ou mais polígonos utilizando-se álgebra booleana. A este tipo de representação de dados espaciais, atribui-se mapas geológicos, geomorfológicos, cobertura vegetal, pedológicos, entre outros; que são estruturados em termos gráficos através de polígonos ou áreas.

Na representação de *campos contínuos*, ainda segundo BURROUGH & FRANK (*op.cit.*), todo ponto no espaço pode ser caracterizado a partir de atributos medidos segundo um conjunto de coordenadas geográficas definidas em espaço Euclidiano. Também neste caso, cada atributo pode ser medido em escala *nominal, ordinal, intervalar, ou proporcional*. É assumido neste tipo de representação, que a maioria das propriedades variam suavemente ou gradualmente, de tal forma que as localidades com atributos desconhecidos em um ponto do espaço, podem se determinar por interpolação. As superfícies contínuas podem portanto ser representadas por isolinhas ou por funções matemáticas. A estrutura de superfícies contínuas deve ser utilizada para representar dados espaciais de *precipitação, radiação solar, temperatura média anual, probabilidade de ocorrência de geadas, evapotranspiração, altitudes*, entre outros.

4.2. Métodos para integração de dados espaciais

Quanto aos métodos utilizados para a combinação espacial dos dados, é coerente se adotar, em estudos envolvendo mapeamento de unidades de paisagem, uma associação entre *critérios lógicos booleanos*, cujas condições se restringem ao *verdadeiro/falso* e, *critérios contínuos*, baseados na *lógica fuzzy*, que privilegiaram adotam critérios mais flexíveis e probabilísticos (BURROUGH & FRANK, *op.cit.*).

O critério lógico booleano é empregado normalmente nas operações de consulta espacial de dados, utilizando polígonos como unidades amostrais. Por exemplo, a solução para a questão “*qual a média e o desvio padrão da precipitação ou das declividades na unidade de paisagem IV ?*”, exige o uso de operações de consulta espacial (*query*). Já o critério lógico contínuo, o *fuzzy*, é mais adequado para a representação de intervalos de classe para os dados representados através de superfícies contínuas, como por exemplo para a classificação dos intervalos de precipitação média anual ou de altitude.

A representação da paisagem segundo estruturas espaciais verticais, os *geohorizontes*, e horizontais, as *geofácies*, é coerente com a organização espacial dos dados em SIGs. Neste sentido deve-se entender o geohorizonte como uma *variável ambiental espacializada* e a geofácia, como *unidade homogênea* resultante da associação espacial de variáveis ambientais. Desta maneira, deve-se entender tais conceitos em SIGs com os seguintes significados:

variável ambiental espacializada (VAE): Um elemento de uma estrutura vertical, representando um nível ou “*layer*”, correspondente à uma característica física do território, tal como: litologia, vegetação (natural e cultural), relevo e clima, entre outros.

unidade homogênea (UH): Um elemento de uma estrutura horizontal, que representa uma associação espacial de variáveis ambientais superpostas em layers, possíveis de se representar em escala global.

Esta estrutura de análise geográfica em SIGs não difere daquela apresentada por BERRY & BAKER (1968), para definir a matriz geográfica. Para os autores, uma observação registrada do ponto de vista espacial, pode ser denominada de *fato geográfico*. O fato geográfico “será apenas um de um conjunto de observações, seja da mesma característica de uma série de lugares, seja uma série de características do mesmo lugar” (p. 22). Em termos práticos, os autores propuseram a idéia de *matriz geográfica*, organizada em fileiras ou linhas (características) e colunas (lugares). Desta maneira, a variável ambiental espacializada tem o correspondente significado na teoria proposta por BERRY & BAKER (op.cit.) através do termo *análise regional*, ou seja a disposição das linhas. Já a unidade homogênea tem o mesmo significado de *célula*, isto é, a intersecção entre características e lugares.

Os mapas que formam o conjunto das variáveis ambientais espacializadas, que será utilizado para a construção da base de dados digitais, são introduzidos no SIG através de digitalização via mesa ou scanner. Cada mapa é armazenado em um layer distinto com atributos próprios e estruturado apenas no formato vetorial, ou seja, em *polígonos* (os mapas no formato de áreas), em *linhas* (para o caso de mapas de rede de drenagem ou de isolinhas) e em *pontos*. (quando se trabalha com mapas cujos valores são restritos à pontos isolados).

Finalizada a digitalização dos mapas, o passo seguinte será a conversão do formato vetorial para o raster (matricial), já dentro do ambiente de trabalho do sistema de informação, utilizando-se as funções próprias do SIG adequadas para esta fase do trabalho. A rasterização é aplicada segundo uma estrutura matricial previamente definida em número de linhas e colunas, onde cada pixel (elemento da matriz) deve ter uma resolução mínima de 0,5 mm, ou seja, aproximadamente 500 m no terreno em uma escala 1:1.000.000, por exemplo.

Gerados os mapas rasterizados, deve proceder-se à interpolação das superfícies para o caso dos mapas estruturados em isolinhas, utilizando-se as funções do módulo de DTM, escolhendo-se um interpolador adequado à variação espacial dos valores (inverso do quadrado da distância ou krigagem, por exemplo), para se obter como resultado as superfícies contínuas de radiação solar, precipitação, temperatura, probabilidade de ocorrência de geadas, evapotranspiração e altitude, entre outros.

Convertida a base de dados para o formato raster, é realizada então a correção geométrica dos mapas através de restituição, uma vez que os mesmos muitas vezes estão em escalas e coordenadas diferentes, o que impossibilita a análise geográfica através de sobreposição. na estrutura de overlays digitais. Nesta etapa de pesquisa pode-se utilizar mapas hipsométricos na escala 1:1.000.000 como verdade geométrica para a geocodificação. Nesta restituição é importante a seleção de pontos de controle cartográfico bem definidos, como por exemplo entroncamento de estradas, desembocadura de rios e cruzamento entre rios e estradas, áreas urbanas, assim por diante.

Completada esta fase de pré-processamento espacial, inicia-se o processamento das informações mapeadas. Primeiramente, para a eliminação da redundância entre mapas, isto é, quando dois ou mais mapas proporcionam o mesmo tipo de informação sobre um conjunto de pixels, sugere-se a aplicação da análise de principais componentes, presentes na maioria dos SIGs dentro do módulo de processamento de imagens. Os mapas, ou componentes principais escolhidos podem em seguida ser utilizados na análise de agrupamentos, no sentido de se gerar o mapa das unidades de paisagem.

Através da análise de agrupamentos (*cluster analysis*), que geralmente está localizada nos módulos de estatística espacial ou processamento de imagens dos SIGs, são mapeados os grupos mais importantes de pixels que corresponderão às unidades de paisagem regionais. No sentido de se eliminar unidades que não representem informação espacial genuína, submete-se o mapa das unidades homogêneas à uma série de filtragens espaciais a fim de que apenas as unidades espacialmente representativas permaneçam no mapa. Os tipos de filtros que têm sido empregados com algum sucesso são o da *mediana* e o “*passa baixa*”.

Para o mapeamento das geofácies situadas dentro de cada unidade de paisagem, é fundamental considerar o papel da altimetria como elemento de subdivisão espacial das unidades e sub-unidades específicas, definidas pelo seus atributos hipsométricos. Assim, o mapa das unidades de paisagem deve ser combinado através de álgebra booleana (geralmente localizada nos SIGs no módulo *overlay*) com o mapa das altitudes interpoladas. É importante observar que o mapa das altitudes deverá estar no formato área, classificado em intervalos altimétricos. A superposição espacial entre ambos irá produzir além do mapa das geofácies, uma tabulação cruzada apresentando o percentual de coincidência espacial entre cada unidade de paisagem e cada intervalo hipsométrico.

Eventualmente, se necessário for, é possível efetuar análises geográficas específicas sobre cada geofácie, através de consulta espacial de parâmetros estatísticos relativos à precipitação, altitude média, declividades, entre outras informações, utilizando as funções do tipo *Query*. Para isto, deve-se utilizar como máscara, o polígono correspondente à geofácie ou à unidade de paisagem que se quer analisar. Os resultados desta consulta são geralmente acessados através de histogramas e tabelas contendo um sumário estatístico do cruzamento entre os mapas.

A delimitação espacial das unidades de paisagem é obtida de maneira probabilística, uma vez que os limites de cada unidade não podem ser precisos e estáticos. Isto porque cada unidade é individualizada estatisticamente com base em fatores geológicos, hipsométricos e climáticos. Se considerarmos que alguns fatores do clima são estruturados na base de dados digitais através de superfícies interpoladas a partir de isotermas, isoietas; a superposição destes dados aos altimétricos e geológicos, resultará então em unidades com limites transitórios. Desta forma, cada unidade tem na porção central do polígono que a delimita, uma probabilidade de 100 % de homogeneidade. A medida que se afasta deste centro a homogeneidade diminui, de maneira que próximo aos limites da unidade ocorrerão áreas que podem ser atribuídas também à unidade vizinha.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos e sugestões metodológicas apresentados se constituem em um ponto de vista do qual se pode partir, a fim de que se possa realizar experimentos de mapeamento de paisagens ao nível regional em SIGs. Entendemos que o uso dos SIGs não deve se resumir apenas ao campo técnico e laboratorial. É importante que se busque adequá-los às estruturas espaciais concebidas para se entender as paisagens e os geossistemas, o que não é tarefa simples.

De maneira geral, o sucesso deste tipo de pesquisa depende principalmente da qualidade dos dados espaciais disponíveis, da escala adotada e da resolução escolhida para se trabalhar. Por outro lado, deve-se considerar que a integração entre os mapas, necessária para se mapear as unidades de paisagem, é elaborada com base em modelos de superposição espacial e de classificação de dados em intervalos não contínuos.

Tais modelos podem provocar algumas vezes generalizações e em outras, excesso de categorias ou unidades. Caberá ao pesquisador ter em mãos um bom controle de campo e solidez teórico-metodológica para decidir o equilíbrio entre estes extremos. Um sistema de informação geográfica não é como um eletrodoméstico que devolve o produto limpo e pronto para usar. Mas, sim, um meio de constante ensaio de análise espacial integrada, cujo produto deve ter a assinatura do pesquisador e não da máquina.

BIBLIOGRAFIA

- BERRY , J.L & BAKER, A.M - Análise Espacial. *Textos Básicos* ,3. Instituto Panamericana de Geografia e História, Comissão de Geografia, RJ, 34p. (s.d).
- BEROUTCHACHVILI, N & BERTRAND, G Le geossystème ou système territorial naturel. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 49(2):167-180, 1978.
- BURROUGH, P.A & FRANK, A.U. - Concepts and paradigms in spatial information: are current geographical information systems truly generic? *Int. journal of geographical information systems*, 9 (2):101-116, 1995
- COWEN, D.J - GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? *Photogr. Eng. and Remote Sensing*, 54:1551-1554, 1981.
- DEMECK, J. - The landscape as a geosystem. *Geoforum*, 9(1):29-34, 1978.
- GOODCHILD, M.F - Geographical information science. *Int. Journal of Geographical Information systems*, 6(1):31-45, 1992.
- MAGUIRE, D.J. - An overview and definition of GIS. In: *Geographical information systems, vol. 1, Principles*, MAGUIRE, D.J. ; GOODCHILD, M.F.; RHIND, D.W. (eds.), pp. 9-20, 1991.
- OZEMOY, V.M.; SMITH, D.R; SICHERMAN, A. - Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis. *Interfaces*, 11, 92-98, 1981.

-
- ROUGERIE, G. & BEROUTCHACHVILLI, N. - *Geosystèmes e paysages: bilan et méthodes*. Paris, Armand Colin, 1990, 302p.
- SMITH, T.R; MENON, S; STARR, J.L; ESTES, J.E. - Requirements and principles for implementations and construction of large-scale geographic information systems. *Int. Journal of Geographical Information Systems*, 1:13-31, 1987.
- SOCHAVA, V.B - Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. *Biogeografia*. São Paulo, USP, Instituto de Geografia, 1978.