Análise Espacial
Curso de Especialização em Geoprocessamento
Profa. Ana Clara M Moura

Análise Espacial Baseada em SIG Raster:

O roteiro metodológico proposto para a aplicação do geoprocessamento na análise espacial urbana, com o objetivo de planejamento urbano, seguiu as etapas de trabalho:

1. Definição dos objetivos e aplicações no uso do sistema de análise apoiada por geoprocessamento.

2. Organização da base de dados alfanumérica e cartográfica para montagem do **SIG** - Sistema Informativo Geográfico:
   a) Organização da base cartográfica;
   b) Realização de trabalhos de campo;
   c) Organização de dados alfanuméricos;
   d) Conversão de escalas de medição;
   e) Conversão de dados vetoriais em matriciais (*raster*);
   f) Definição dos modos de representação espacial dos dados;

3. Uso do **SIG** nas análises ambientais urbanas:
   a) Construção das análises urbanas por meio da Árvore de Decisões- Uso do ***SAGA-UFRJ.***
   b) Verificações frente à realidade - Calibração do Sistema - Retorno às etapas de Análise.
   c) Zoneamento segundo diferentes Variáveis Ambientais - Identificação de situações especiais que caracterizam a cidade, conflitos, potenciais, riscos e prioridades de intervenção.
   d) Elaboração de propostas de intervenção, manejo e restrições.

I. Montagem da Base de Dados:

Um ponto fundamental do processo foi a **conversão de dados vetoriais em matriciais (*raster*).** Devido à opção por aplicativos SAGA-UFRJ nos estudos ambientais, programa que apresenta lógica de operação e métodos de análise concebidos em estrutura matricial, foi necessário criar rotina de transformação dos dados vetoriais existentes em dados matriciais. O rotina que desenvolvemos para a conversão automática vetorial/matricial com o uso do aplicativo *Descartes* do programa *Microstation*, e publicada em Moura e Rocha (2001, p.201-213) foi a seguinte:

1) Definição das dimensões da área de estudo: Foi definida uma superfície de 8 por 5 quilômetros na qual está contida a área urbana de Ouro Preto e entorno mais imediato, com possibilidades de estudos de áreas de expansão. Esta superfície está delimitada pelas coordenadas UTM 652000 e 7742000 metros no canto inferior esquerdo e 660000 e 7747000 metros no canto superior direito.

2) Definição da resolução da análise: Tendo em vista que os mapas básicos foram concebidos a partir da escala 1:10.000, adotando a acuidade visual de 0.2 mm, foi definida a dimensão de *pixel* de 2 metros. O resultado é que todas as informações mapeadas referem-se a áreas de 2 por 2 metros, ou 4 metros quadrados.

3) A matriz relativa à área de trabalho foi concebida como 4000 colunas por 2500 linhas, sendo cada *pixel* de 2 por 2 metros. No aplicativo *Descartes*, foi criada uma matriz com estas características, sobre a qual seriam estampados os dados vetoriais. Esta matriz foi georreferenciada pelas coordenadas de canto.

4) Foi estudada a correspondência entre as espessuras de linhas utilizadas nos desenhos dos elementos vetoriais e o número de *pixels*. Por exemplo: se uma estrada no formato vetorial é desenhada com espessura de linha 3, e é definido que elementos com este atributo correspondem a 4 *pixels* no formato *raster*, isso significa que a estrada terá, na representação matricial, dimensão de 8 metros para o caso de *pixel* de 2 metros.

Assim, definimos a tabela de correspondência entre espessuras de linhas vetoriais e número de *pixels* para cada atributo no formato *raster*, de acordo com conhecimentos sobre as dimensões dos elementos na realidade. A grande maioria dos elementos de implantação linear (sistema viário, hidrografia, linhas de curvas de nível, entre outros) foi representada com espessura 0 no vetorial e 1 *pixel* no matricial, correspondendo a 2 metros.

Casos específicos, como estradas e linhas de ferrovias, cursos d'água segundo larguras e hierarquia (córrego e ribeirão) tiveram valores específicos de conversão.

Elementos de implantação pontual (escolas, igrejas, entre outros) tiveram seus pesos definidos em função da dimensão desejada no *raster*. Elementos de modo de implantação zonal (manchas de tipo de uso do solo, entre outras), definidas por seus contornos no formato vetorial, tiveram seus contornos estampados com um *pixel* e suas áreas preenchidas automaticamente, uma vez que no arquivo vetorial tinham o atributo de superfície (*shapes*).

5) O processo de estampar os vetores na base matricial passa pela definição dos índices das cores que serão utilizadas no *raster*. Há o recurso de atribuir a cada cor identificada no desenho vetorial um índice (das cores indexadas) no desenho matricial final. O SAGA-UFRJ trabalha com, no máximo, 126 cores ou índices, de modo que as legendas dos mapas não devem ultrapassar este limite, que parece bastante alto, mas já foi quase ultrapassado por nós em um mapa de pontos de serviços de uso coletivo.

6) Finalmente, o desenho *raster* torna-se pronto, mas o formato normalmente utilizado pelo *Descartes* é o HMR. No próprio *Descartes*, deve-se converter do formato HMR para TIFF, cores indexadas, sem compactação. A partir do TIFF é realizada a entrada de dados no SAGA-UFRJ, pelo aplicativo *Tif2Rst.exe* que converte de TIFF para o formato do SAGA, denominado RST.

Ainda na etapa de produção da base de dados, ou seja, de construção dos planos de informação em *raster*, constituiu decisão importante a definição dos **modos de representação espacial dos dados**. Isso significa pensar como as variáveis ambientais seriam representadas geometricamente, diante da necessidade de cruzamento de *pixels* nas sobreposições dos diferentes planos de informação.

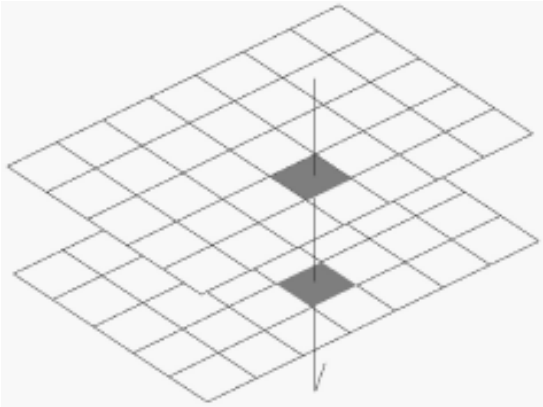

Figura 1 – Coincidência espacial - estudo e sobreposição de planos de informação

Para melhor compreensão das questões que podem surgir, suponhamos a execução de uma simples *Assinatura* (que é a verificação de quais são os fatores que ocorrem em uma extensão geográfica específica) em um ponto onde está instalada, por exemplo, uma escola. A escola foi representada com modo de implantação pontual, ocupando um quadrado de 10 por 10 *pixels*, ou 400 metros quadrados, em uma certa posição da quadra urbana. Por sua vez, o mapa de rede de esgoto foi representado com modo de implantação linear, ao longo do sistema viário. Como verificar se há rede de esgoto que atenda à escola? Note bem que os *pixels* de representação da escola não coincidem espacialmente com os *pixels* de representação da rede de esgoto.

Assim, é preciso conhecer os diferentes modos de implantação das variáveis espaciais, e escolher a geometria de suas representações. Segundo Bertin (1967, p.34-39), os modos de implantação de um componente podem ser pontual, linear e zonal. Os componentes lineares referem-se a um limite ou percurso (estrada, hidrografia, limite municipal), os pontuais referem-se a uma localização precisa

(escolas, igrejas, informações turísticas) e os zonais referem-se a uma superfície (faixas de declividade em um terreno, manchas de classificação de riscos, setores censitários).

Moura (1994, p.65) explica que *"pode-se mudar o modo de implantação de um componente, de acordo com a escala do mapa construído, ou diante da necessidade de sobreposição de informações. Ruas, por exemplo, podem ser apresentadas com modo de implantação linear ou com zonal."*

O estudo de sobreposição de dados determinou a impossibilidade de se trabalhar com o modo de implantação linear nos temas relativos a sistemas viários. Isto porque a representação vetorial de uma rede de esgoto e de uma rede de água, por exemplo, poderia não apresentar coincidência geométrica das linhas, e os cruzamentos de dados no sistema matricial ficariam impossibilitados, como no desenho a seguir:

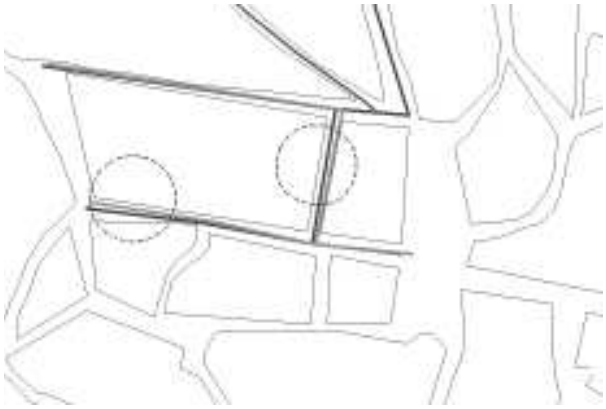

Figura 2 – Observa-se que o modo de implantação linear dos vetores não coincide nos trechos circulados

No caso de representação de dados de modo de implantação linear ao longo de vias, a melhor solução é a representação por trecho de via, resultante da transformação do modo linear em zonal. As superfícies de representação dos dados das vias são divididas de acordo com os entroncamentos, e sempre que há mudança do tipo de uso ao longo de um trecho, ele deve ser subdividido.

Figura 3 – Trechos de rua transformados em polígonos fechados, de modo a permitir o modo de implantação zonal dos elementos lineares.

Figura 4 – Trechos de rua com tema representado – modo de implantação zonal.

Este tipo de geometria de representação de dados relativos às vias atende bem aos casos de cruzamentos de planos de informação que contenham sempre conteúdos relativos a sistemas viários. Com este modo de representação é possível, por exemplo, gerar um mapa síntese de caracterização da infra-estrutura em Ouro Preto a partir do cruzamento de dados sobre rede de água, rede de esgoto, rede de drenagem de água pluvial, tipo de pavimentação e rede de energia elétrica. Contudo, como seria realizado o cruzamento desses dados com informações contidas em manchas de setores censitários? Por meio da definição das zonas de setores censitários até o eixo das vias, de modo a promover trecho de sobreposição de *pixels*:

Mas a questão ainda não estava totalmente resolvida. Como seria realizado o cruzamento do mapa de síntese de infra-estrutura (por trecho de via) com o ponto de localização da escola? A solução é a adoção do conceito de *buffers* (áreas de influência) através dos quais definimos que um elemento como a rede de água passa pelo sistema viário, mas tem também uma área de influência na quadra. Após estudarmos a composição extremamente complexa da malha viária de Ouro Preto, decidimos que o *buffer* de 16 metros (ou 8 *pixels*) a partir de cada face de via em direção ao interior da quadra seria suficiente para realizar a sobreposição de *pixels* e, ao mesmo tempo, não resultar em perda de dados por junção de manchas de diferentes faces de quadra. Na figura a seguir é apresentado o mesmo trecho da malha urbana, com modo de implantação ao longo da via e através de áreas de influência nas quadras.

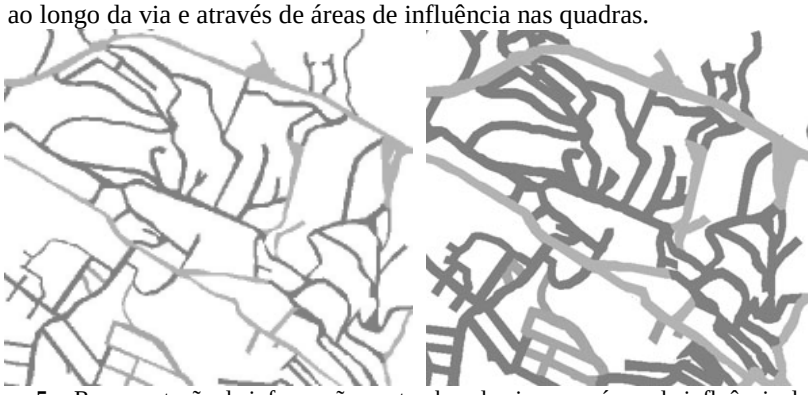

Figura 5 – Representação de informação em trechos de vias e em áreas de influência de vias

Os cruzamentos das representações de elementos lineares através de suas áreas de influência com outros modos de implantação, como o zonal, é exemplificado na figura a seguir:

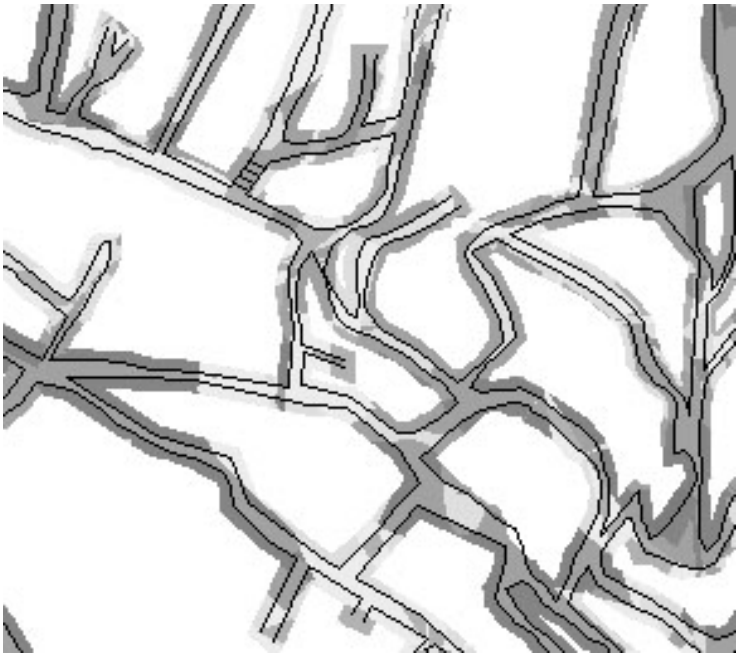

Figura 6 – Trecho de mapa resultante do cruzamento de informações de modo de implantação linear, representadas com suas áreas de influência, e informações de modo de implantação zonal.

II. USO DO SIG NAS ANÁLISES AMBIENTAIS URBANAS

Nas etapas anteriormente descritas, foram organizadas as bases cartográficas e alfanuméricas, que resultaram em processos de conversão e tratamento dos dados para a promoção de um conjunto de planos de informação em formato matricial, mais especificamente em formato *rst* do SAGA-UFRJ.

A partir dos mapas básicos, com o uso das ferramentas do SAGA-UFRJ, VORONOI-UFRJ e respectivos procedimentos de análise, foi possível realizar estudo bastante complexo da realidade urbana de Ouro Preto, segundo os mais diferentes aspectos, até chegar à síntese final de classificação da qualidade de vida urbana na cidade.

A construção das análises urbanas baseou-se na organização e aplicação da *Árvore de Decisões*, que é um procedimento de avaliação por critérios múltiplos, e permite a escolha adequada das ferramentas disponíveis no SAGA-UFRJ. Inicialmente, é interessante conhecermos os recursos disponíveis no programa e suas aplicações mais indicadas.

A metodologia desenvolvida por Xavier-da-Silva (2001, p. 168) para utilização dos potenciais do SAGA-UFRJ, começa com a montagem da base de dados e a espacialização destes em mapas georreferenciados. Uma vez montados os mapas, ou planos de informação, o SAGA-UFRJ disponibiliza ferramentas para procedimentos diagnósticos e procedimentos prognósticos. Os procedimentos diagnósticos caracterizam-se pela análise da situação espacial vigente, enquanto os prognósticos, somando-se aos conhecimentos dos diagnósticos, permitem antever situações e construir propostas de intervenção ambiental.

Entre os procedimentos diagnósticos, na primeira etapa, denominada "**Levantamentos Ambientais**" é possível realizar:

- ***Planimetrias*** - procedimentos de identificação e medição de extensões territoriais de ocorrências.

- ***Monitoria*** - estudos de alterações espaciais, que pode ser simples ou múltipla. A monitoria simples informa as alterações ambientais e suas características de extensão e localização, em um período definido. A monitoria múltipla informa o que ocorreu na área onde uma característica deixou de existir, ou a localização de novas características.

- ***Assinatura*** - a partir de uma ocorrência de interesse (por exemplo uma quadra ou as áreas de declividade superior a 30%) é promovida uma varredura dos diferentes planos de informação, de modo a identificar o que ocorre naquela geografia em relação aos temas abordados. Por exemplo, em áreas de declividade superior a 30% ocorrem *n* hectares (ou um percentual em relação ao total) de uso do solo caracterizado por mata, *n* hectares de tipo de solo cambissolo, e daí por diante. O papel mais importante da ***Assinatura*** é o potencial de análise heurística. Conforme explica Xavier-da-Silva (2001, p.172): *"Neste espaço heurístico é possível se informar empiricamente sobre possíveis associações causais entre variáveis ambientais."* A ocorrência conjunta de fenômenos pode caracterizar certos usos do espaço.

Dos procedimentos que compõem esta etapa de "Levantamentos Ambientais" só não foi utilizado o aplicativo de ***Monitoria***. Isso porque a questão temporal não foi trabalhada na forma de mapas de diferentes épocas que teriam suas ocupação comparadas. Optamos pela construção de um mapa de "*Evolução da Ocupação Urbana*" já classificado segundo os períodos mais significativos da história de Ouro Preto. Em Ouro Preto não houve substituições de ocupações no território, mas sim manutenção de cada testemunho da implantação urbana.

O aplicativo ***Assinatura*** foi muito utilizado e teve papel importante na compreensão das conjugações de variáveis que compõem os arranjos urbanos. Na definição do valor da terra, por exemplo, identificamos ao longo da mancha urbana, locais notadamente valorizados, e *assinamos* estas ocorrências nos diferentes temas de análise (infra-estrutura, padrão das edificações, existência de comércio e serviços, entre muitos outros) para compreensão de quais eram os fatores que mais influenciavam em suas classificações como de maior valor. Uma vez identificadas as caraterísticas e estudados seus pesos nas composições, foi produzido um mapa de "*Valor da Terra*" com a correta geração de pesos distribuídos para cada variável envolvida.

A etapa seguinte, de "**Prospecções Ambientais**", é composta por procedimentos de Avaliações Ambientais Diretas e Avaliações Ambientais Complexas:

- ***Avaliações Ambientais Diretas*** - resultam da combinação de dados básicos, constituindo os primeiros resultados de avaliações obtidos nas análises. Entre os estudos realizados desta forma estão os riscos ambientais, potenciais ambientais e definição de necessidades de proteção.

- ***Avaliações Ambientais Complexas*** - utilizam uma ou mais Avaliações Ambientais Diretas previamente construídas, como base para novas análises. Entre os estudos realizados desta forma estão as incongruência de uso, áreas críticas, potenciais conflitantes e impactos ambientais.

Aplicamos todos esses procedimentos de análise de "Prospecções Ambientais" no estudo urbano de Ouro Preto.

A etapa de "**Procedimentos Prognósticos**" é composta pelos estudos:

- ***Simulações*** - é realizada quando são introduzidas características ambientais fictícias a um conjunto de dados, e são construídas análises que dão respostas sobre as conformações espaciais tendo como componentes aquelas situações hipotéticas. É o caso, por exemplo, de apresentar um mapa fictício indicando a existência de infra-estrutura em certas regiões da cidade, realizar a análise desses dados junto com outros parâmetros (como o estudo de potencial de riscos à saúde), e comparar os resultados obtidos com a presença ou ausência do recurso.

- ***Cenários Ambientais*** - segundo Xavier-da-Silva (2001, p.192) os cenários baseiam-se em "*premissas, e representam situações decorrentes da adoção dessas premissas*". É o caso, por exemplo, da construção do mapa de "Riscos à Saúde" em Ouro Preto, caracterizando os setores censitários pela ocorrência de doenças, e verificar se a implantação de infra-estrutura de saneamento pode alterar a situação vigente. O resultado define um marco, referência temporal, a partir do qual a realidade pode se modificar. Se é verificado que a simples implantação de infra-estrutura não é suficiente, é necessário identificar outros parâmetros de análise.

- ***Potencial de Interação*** - refere-se à análise de interações entre eventos ou entidades distribuídas no espaço geográfico, considerando a influência da posição geográfica dos elementos envolvidos em relação ao conjunto.

- ***Polígono de Voronoi*** - é um modelo de análise que permite o estudo das áreas de influência de pontos de interesse definidas por suas posições em relação ao conjunto de dados, de modo que estas manchas não sejam compostas pela simples distribuição euclidiana, mas sejam deformadas pela influência do meio (atrito ambiental - por exemplo barreiras à expansão urbana) e pela massa de seus pontos geradores (por exemplo, número de vagas nas escolas).

Entre os recursos de análise disponíveis nesta etapa, não utilizamos as ***Simulações*** nem ***Potencial de Interação***. Contudo, o estudo de ***Cenários Ambientais*** foi amplamente utilizado na construção de mapas de potenciais de diferentes naturezas, entre os quais destacam-se "*Potencial de Uso Turístico*" e "*Potencial de Expansão Urbana*". O modelo de ***Voronoi*** foi aplicado no estudo de área de influência das escolas, cujo resultado foi comparado com a distribuição da população por faixa etária, para verificação da adequabilidade da distribuição geográfica e do número de vagas ofertadas nas escolas.

Vários tipos de ***zoneamento*** foram construídos, segundo diferentes abordagens de análise, mas destacamos o mapa final, que classificou a cidade segundo a "*Qualidade de Vida Urbana*". Não foi proposto novo Zoneamento Urbano nos moldes de Lei de Uso e Ocupação para Ouro Preto, mas em diferentes oportunidades verificamos a adequabilidade da proposta em vigência frente a fatores como riscos geotécnicos, potencial de expansão urbana, entre outros.

Finalmente, podemos dizer que foram elaboradas avaliações de diversas naturezas com o objetivo de geração de subsídios para o ***planejamento urbano***. Para que o gerenciamento urbano chegasse ao nível de ***gestão***, seria necessário promover constante atualização da base de dados, de modo a incorporar a variável tempo no processo pois gestão acontece em escala temporal mais reduzida, na forma de acompanhamento da dinâmica urbana. Contudo, no nível de estudo do patrimônio histórico, que será apresentado em capítulo específico, a atuação é caracterizada por ***gestão***, pois acompanha a entrada de solicitações de intervenção no patrimônio histórico e dá subsídios para os estudos das conseqüências e adequabilidade destas alterações na paisagem.

Para concretizar as etapas de análise foi montada uma *Árvore de Decisões*, que é um roteiro de análise de dados e produção de conhecimento. Este roteiro incorpora, em seus percursos, os modelos de integração permitidos pelas ferramentas de *Assinatura*, *Avaliação* e *Voronoi* do SAGA-UFRJ. A partir de mapas básicos é formada uma rede de análises, que atende a objetivos intermediários (análises específicas) e culmina em um objetivo global (síntese final de qualidade de vida urbana).

Nossa experiência de aplicação de *Árvores de Decisões* em avaliações ambientais data de 1992, época em que produzíamos diagnósticos ambientais para áreas marginais urbanas, em programa de urbanização de favelas em Belo Horizonte. O objetivo era caracterizar a situação ambiental das favelas e, a partir das sínteses obtidas, construir as propostas de intervenção. Merece ser citado o estudo de caso da Vila Nossa Senhora Aparecida, cuja árvore de decisões apresentamos a seguir:

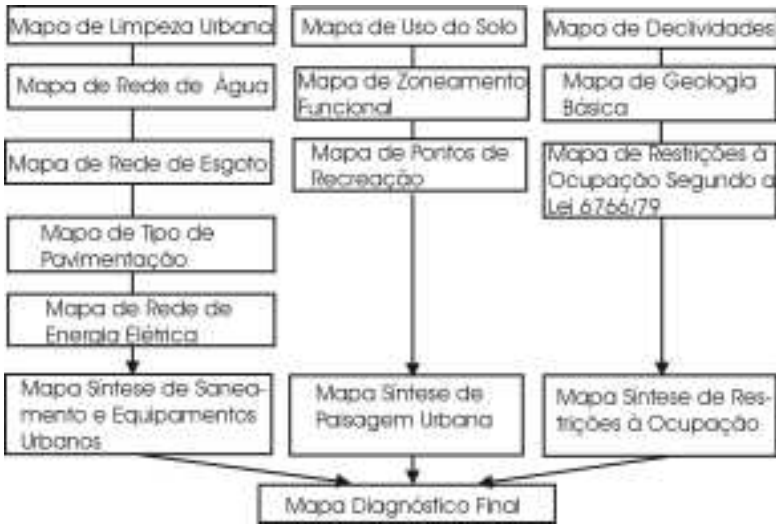

Figura 7 - Árvore de Decisões da análise ambiental urbana da Vila Aparecida - Belo Horizonte. Em MOURA (1993, p.62).

A síntese das variáveis envolvidas seguiu o critério de definição de pesos para suas participações segundo a lógica *Fuzzy*. Isso significa, por exemplo, que não se pode definir simplesmente como "sim" ou "não" a importância da participação de uma variável no conjunto, mas deve-se caracterizá-la segundo o *grau de pertinência* para o objetivo de análise, o que é operacionalizado por atribuição de pesos. A lógica nebulosa busca aproximar as decisões científicas da realidade, pois segundo Levine *et al.* (1988, p.97) "*as pessoas não conseguem se expressar o tempo todo por respostas exatas*". Assim, a natureza binária é pouco adaptável a situações reais, enquanto a natureza contínua capta melhor a subjetividade das situações.

Os graus de pertinência eram indicados por especialistas, dentro do conceito de "*Expert System*", pois os especialistas, conhecedores da realidade analisada, conseguem atribuir valores muito próximos da verdade. O sistema permite ainda que participantes da comunidade opinem na atribuição de valores. Segundo Moura (1994, p.49):

> *"Diante da importância das diferentes opiniões e das determinações dos graus de membro, que devem refletir a realidade, justifica-se a estreita relação entre a lógica Fuzzy e os conceitos pós-modernos de mundo (complexo e fragmentado, composto por diferentes variáveis e que, segundo diferentes condições formam correlações). É fundamental para um urbanista ter em mente a necessidade da visão holística do mundo urbano, do desenvolvimento de trabalhos em equipes multidisciplinares , assim como do planejamento participativo."*

No estudo de caso de Ouro Preto, organizamos uma *Árvore de Decisões* que produzisse 10 análises parciais, segundo os objetivos de caracterização da cidade em diferentes aspectos, e uma síntese final, amarrando o estudo. Para a atribuição de pesos e notas utilizamos nosso conhecimento especialista em arquitetura e urbanismo, e contamos com a valiosa opinião de especialistas. Uma vez construídas as análises, foram comparadas com estudos elaborados por outros profissionais, abordando pontos específicos em Ouro Preto.

As subdivisões de cada "ramo" da *Árvore de Decisões* serão apresentadas juntamente com seus procedimentos específicos e produtos obtidos. A seguir, somente o "tronco final" da *Árvore de Decisões* empregada:

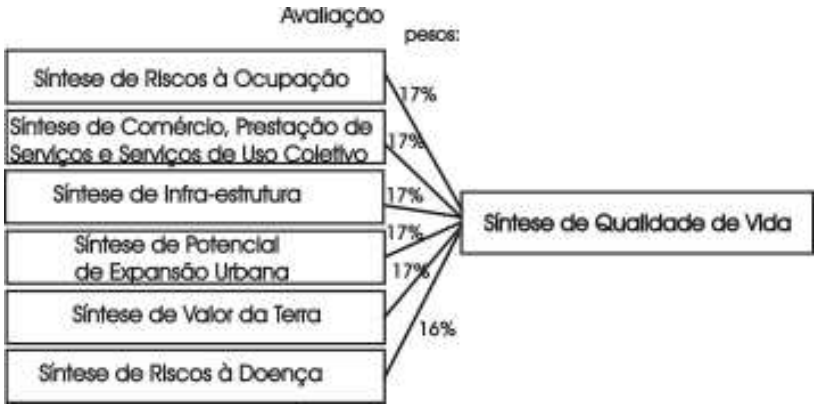

Figura 8 - Etapa Final da Árvore de Decisões

Os produtos gerados caracterizaram **Zoneamentos** segundo diferentes variáveis ambientais, com identificação de situações especiais que caracterizam a cidade, conflitos, potenciais, riscos e prioridades de intervenção. As diferentes etapas de análise permitem a complexa caracterização do espaço urbano de Ouro Preto, assim como a identificação de potencialidades, riscos e até mesmo a constatação de algumas tendências. Foram realizadas 10 sínteses classificatórias da cidade, e uma síntese final, apresentada na acima.

III. VERIFICAÇÕES FRENTE À REALIDADE - CALIBRAÇÃO DO SISTEMA - RETORNO ÀS ETAPAS DE ANÁLISE

Ao longo dos processos de análise, sempre que era produzida síntese ou avaliação segundo algum critério, o mapa obtido era verificado segundo algum dos procedimentos:

- Identificação de áreas cujas características são bastantes conhecidas e verificação da classificação por elas obtidas no mapa.

- Uso de outras classificações ou mapeamentos de situações específicas, elaboradas por outros pesquisadores, como modo de comparação com os resultados obtidos.

- Realização de trabalho de campo para verificação de certas classificações e ocorrências surgidas nas análises.

- Consultas a conhecedores da realidade espacial urbana de Ouro Preto.

Algumas das análises foram refeitas com nova escolha de variáveis, mudanças em seus pesos e atribuição de novas notas aos componentes de legenda.

Em cada análise realizada, ainda que nas avaliações mais simples, sempre construímos comentários sobre a distribuição do fenômeno ao longo da cidade e suas conseqüências. Sempre que pertinente, indicamos algumas sugestões de intervenção, manejo e restrições. No entanto, este é um papel, sobretudo, do poder público que, diante das informações aqui disponibilizadas, pode posicionar-se por meio de planos de ação e da definição de prioridades para o planejamento urbano de Ouro Preto.

Referências Bibliográficas:

BERTIN, Jacques. ***Sémiologie graphique***: les diagrammes, les réseaux, les cartes. Paris: Mouton et Gauthier-Villars, 1967. p.34-39.

MOURA, Ana Clara M. ***Estudo metodológico de aplicação da cartografia temática às análises urbanas***. Belo Horizonte: IGC-UFMG, 1993. 210 p. Dissertação. (Mestrado em Geografia).

_____. O papel da Cartografia nas análises urbanas: tendências no Urbanismo Pós-Moderno. ***Cadernos de Arquitetura e Urbanismo,*** Belo Horizonte: PUC-MG, n. 2, p. 41-73. 1994.

_____, ROCHA, Cézar Henrique Barra. ***Desmistificando os aplicativos Microstation: guia prático para usuários de geoprocessamento***. Petrópolis: Os Autores, 2001. p. 231-271.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. ***Geoprocessamento para análise ambiental***. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva, 2001. 227 p.

Bibliografia Adicional Indicada:

CHORLEY, J., HAGGET, P. Models, Paradigms and the New Geography. In.: ___. ***Integrated Models in Geography***. London: Methuen, 1967. p.9-41.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. ***Modelagem de Sistemas Ambientais***. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. p. 1-75.

HUGGETT, Richard. ***Systems analysis in geography***; contemporary problems in geography. Oxford: Clarendon Press, 1980. 208 p.

MARBLE, Duane. Geographic Information Systems: an overview. In.: PEUQUET, Donna, MARBLE, Duane. ***Introductory readings in Geographic Information Systems***. London: Taylor & Francis, 1990. p.8-17.

MARTIN, David. ***Geographic Information System***; socioeconomic applications. London: Routledge, 1996. 210 p.

MOURA, Ana Clara M. Novos rumos, velhas metodologias: questionamento do aproveitamento real das potencialidades dos Sistemas Informativos Geográficos. ***Io. SEGEO- Seminário Estadual de Geoprocessamento***, Rio de Janeiro: SBC, 1996.

_____. ***Geoprocessamento aplicado ao Planejamento Urbano e à Gestão do Patrimônio Histórico de Ouro Preto - MG***. Rio de Janeiro: UFRJ/IGEO, 2002. 482p. (Tese de Doutorado)

MOURA, Marcela M. ***As representações gráficas aplicadas a variáveis ambientais em mineração de erro a céu aberto***. Belo Horizonte: IGC-UFMG, 1999. 122 p. Dissertação. (Mestrado em Geografia).

TOMLIN, Dana. ***Geographic Information Systems and cartographic modeling***. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs. 1990. 249p.

TOMLINSON, R. Geographic Information System - new frontier. In.: PEUQUET, Donna, MARBLE, Duane***. Introductory readings in Geographic Information Systems***. London: Taylor & Francis, 1990. p.18-29.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. ***Geoprocessamento para análise ambiental***. Rio de Janeiro: Lageop, 1999c. 15 p. (apostila do Curso de Especialização em Geoprocessamento - Midia CD-rom).

_____. ***SGI's: uma proposta metodológica***. Rio de Janeiro: Lageop, 1999d. 54 p. (apostila do Curso de Especialização em Geoprocessamento - Mídia CD-rom).

♣♣♣

TRANSFORMAÇÃO DE BASE CARTOGRÁFICA VETORIAL EM MATRICIAL (*RASTER*)
Prática no Microstation Descartes

1. CONHECER O ARQUIVO VETORIAL

O primeiro passo é conhecer o arquivo vetorial recebido, que deve estar georreferenciado (amarrado a uma malha ortogonal x/y correspondente às coordenadas UTM ou geográficas, e em escala 1:1). Caso não esteja, promover os necessários ajustes de escalar e deslocar o conjunto por um ponto conhecido, procedimentos já abordados em capítulos anteriores.

Em seguida, é necessário verificar quais foram as unidades de trabalho utilizadas no desenho original através do **SETTINGS – DESIGN FILE – WORKING UNITS**. O desenho deve ter sido produzido em escala de km ou de m (**MASTER UNIT** km ou m). Anote as informações.

Verifique, também, as espessuras de linha utilizadas para cada grupo de primitiva gráfica pois, no arquivo matricial, deverá haver correspondência entre a espessura e o valor do elemento na realidade. Exemplo: espessura 1 para estrada e espessura 2 para linha de trem significa que a linha de trem corresponderá a duas vezes a largura da estrada. Caso o arquivo matricial tenha resolução de 10 metros, a estrada será representada com 10 metros e a linha de trem com 20 metros.

Utilizando o *MicroStation Descartes* será promovido o processo de converter o arquivo vetorial para *raster*, com controle da unidade de resolução (*pixel*) e de espessura dos elementos (correspondência entre peso de linha e número de *pixels*).

Para facilitar o trabalho, abra o desenho em duas janelas de visualização: **WINDOW – OPEN/CLOSE** – selecione a janela 2 além da janela 1 já selecionada.

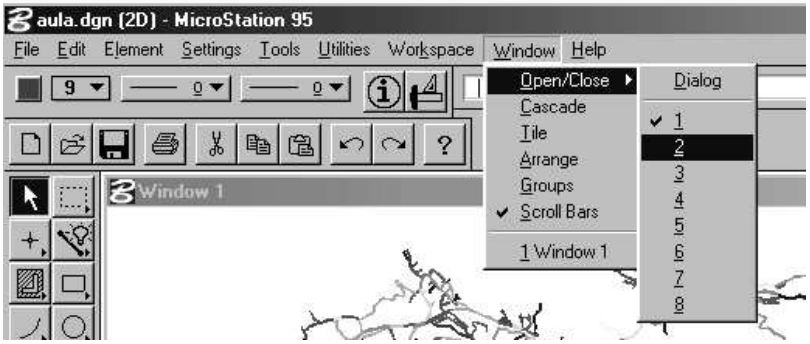

Figura 1 - Abertura de novas janelas de visualização

Para visualizar as janelas lado a lado: **WINDOW- TILE**.

Figura 2 - Organização das janelas de visualização

Dê o **FIT VIEW** para visualizar todo o seu desenho na janela 2, a da direita. A janela 1 será reservada para a imagem a ser registrada.

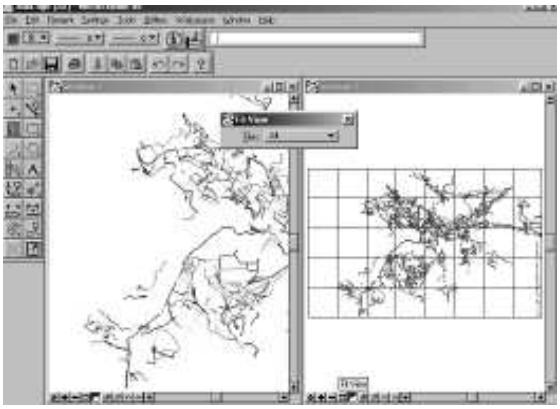

Figura 3 - Visualização completa do desenho na vista 2

O processo de converter de desenho vetorial para matricial ou *raster* (no programa denominado **ESTAMPAR VETORES**) pode ser feito tanto em uma imagem já existente (uma ortofotocarta, uma fotografia aérea, uma imagem de satélite), como em uma nova imagem, vazia, que deve ser criada. O *software* aceita vários formatos de imagem *raster*, como o TIFF, JPEG, BMP, PCX, entre outros.

Outro passo fundamental é se informar sobre a resolução da imagem a ser registrada, ou decidir sobre a resolução da imagem a ser criada. No caso do registro de uma imagem de satélite, a resolução é a dimensão do pixel da imagem (20 m, 30 m, dependendo do tipo). No caso de registro de uma imagem obtida por *scanner*, a resolução deve ser a permitida pela escala do mapa. Observe os exemplos:

- Para registro de uma ortofotocarta, escala 1:10.000. O Padrão de Exatidão Cartográfica define como menor unidade de leitura 0.2 mm na escala do mapa, o que significa que o pixel deve ter 2 metros.

- Para o registro de um mapa obtido por *scanner* cuja escala é 1:50.000, o PEC define como menor unidade 0.2 mm na escala do mapa, o que significa cada pixel com 10 metros.

Para criar uma imagem e registrá-la, ou seja, uma imagem vazia sobre a qual serão estampados os vetores, verifique a escala da fonte do mapa digital vetorial a ser estampado. Caso a fonte utilizada para a digitalização do mapa vetorial tenha sido um mapa em escala 1:10.000, a resolução deve ser de 2 metros. Trabalhar com esta resolução significa confiar na boa qualidade do produto digital vetorial.

2 - CRIAÇÃO DE UMA IMAGEM DE FUNDO

A imagem de fundo irá receber os vetores estampados. Pode ser uma imagem vazia ou um mapa já existente (como uma ortofotocarta, etc).

Serão utilizados os recursos de **IMAGE MANAGER** do Descartes: **FILE- IMAGE MANAGER**. Ele irá abrir uma caixa de diálogo, onde estão as principais ferramentas do aplicativo.

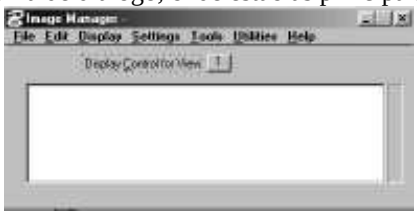

Figura 4 - Janela do *image manager*

Para criar uma imagem *raster*, no **IMAGE MANAGER** selecione **FILE – NEW** e será aberta nova janela de diálogo.

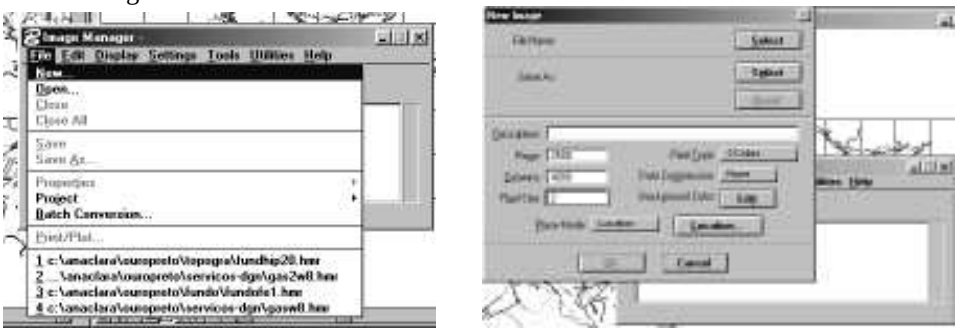

Figura 5 - Criação de imagem de fundo

Nesta nova janela, preencha os dados sobre a nova imagem. É importante calcular o número de linhas e de colunas, que será em função da resolução e do tamanho da área do desenho.

Para o exemplo de mapa na escala 1:10.000, o correto é utilizar o pixel de 2 metros. Logo, sendo área do mapa de 5 km no eixo y e 8 km no eixo x, a matriz será de 2500 linhas por 4000 colunas.

Para o exemplo de um mapa na escala 1:50.000, o correto é utilizar o pixel de 10 metros. Sendo a área de trabalho de 50 km no eixo *x* e 30 km no eixo *y*, a matriz será de 5000 pontos em *x* e 3000 em *y*.

Preencha os dados na janela de diálogo:

- FILE NAME – selecione **SELECT** e informe em qual diretório e o nome da nova imagem.

- ROWS – informe o número de linhas.

- COLUMNS - informe o número de colunas.

- PIXEL SIZE – informe o tamanho do pixel, o que significa a resolução da imagem. No exemplo do mapa em escala 1:10.000, o tamanho do pixel é de 2 metros, para mapas em escala 1:50.000 será pixel de 10 metros, e daí por diante.

- PIXEL TYPE – selecione *256 colors*, para trabalhar com arquivos usando cores.

- DATA COMPRESSION – só utilize compactação de dados se o *software* a ser utilizado depois, para ler a imagem gerada, aceitar arquivos compactados. Caso contrário, deixe *NONE*.

- BACKGROUD COLOR – é aconselhável escolher nova cor de fundo, diferente do branco, para facilitar a visualização da imagem. O ideal é selecionar uma cor bem clara e discreta, como um bege ou amarelo claro. Faça a seleção através do **EDIT**:

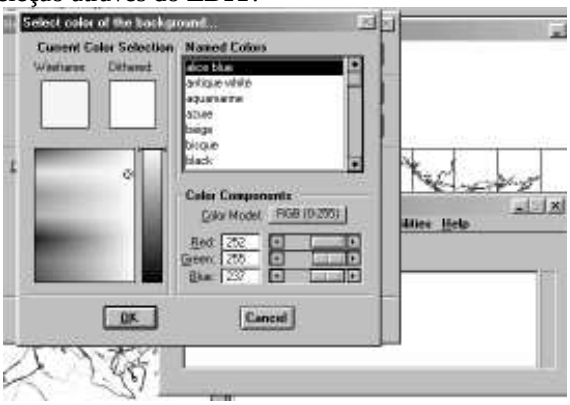

Figura 6 - Seleção de cor para a imagem de fundo

Será gerado um arquivo **HMR**, que é o formato *raster* do *software*. Depois, há recursos para promover a conversão de HMR para qualquer outro formato matricial.

Criada a imagem, você deve visualizá-la e torná-la ativa. A imagem será visualizada na janela 1 (VIEW 1) e o desenho vetorial na janela 2 (VIEW 2). O controle de visualização da imagem não é o mesmo do desenho vetorial. Para expandir a imagem na janela 1, use, na janela de diálogo do IMAGE MANAGER: **DISPLAY – FIT IMAGES TO VIEW**. A imagem será expandida na janela 1.

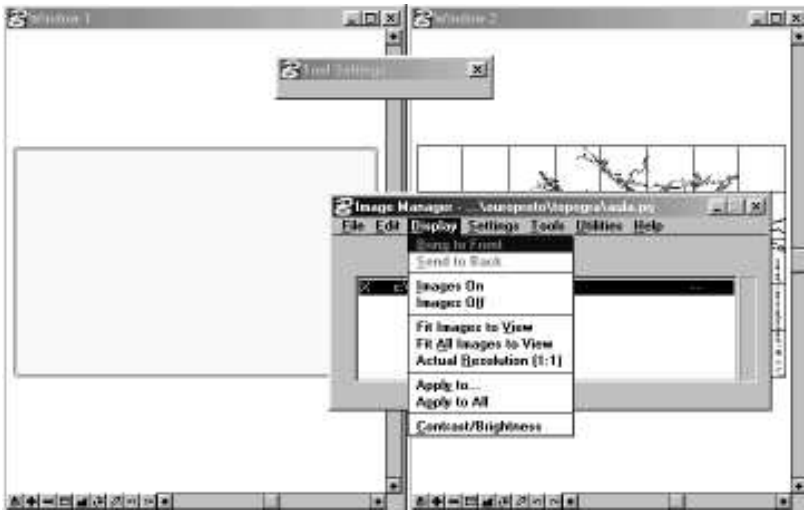

Figura 7 - Visualização e ativação da imagem de fundo

Observe que o nome da imagem está selecionado em preto. Isto significa que a imagem está visível, mas não está ativa, não está acessível a mudanças. Para tornar a imagem ativa, dê dois *cliques**[1] sobre o seu nome, que terá a cor de seleção, e a imagem ganhará um linha de contorno tracejada.

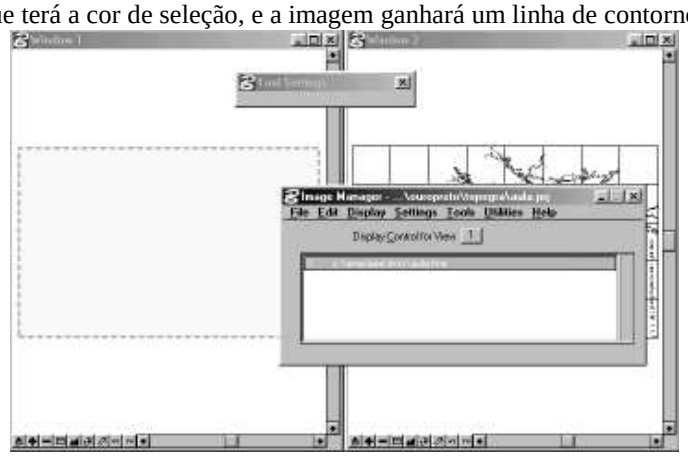

Figura 8 - Visualização da imagem de fundo e do desenho vetorial

A imagem está pronta para a primeira operação de transformação: O REGISTRO DA IMAGEM. Faça o registro da imagem segundo os procedimentos indicados no item anterior, usando como pontos de controle os cantos externos da imagem criada.

Uma vez registrada a imagem, ela estará associada ao desenho vetorial, sendo possível visualizar o conjunto georreferenciado através do FIT VIEW da janela 1 ou da janela 2. Agora a imagem já está preparada para receber os vetores estampados.

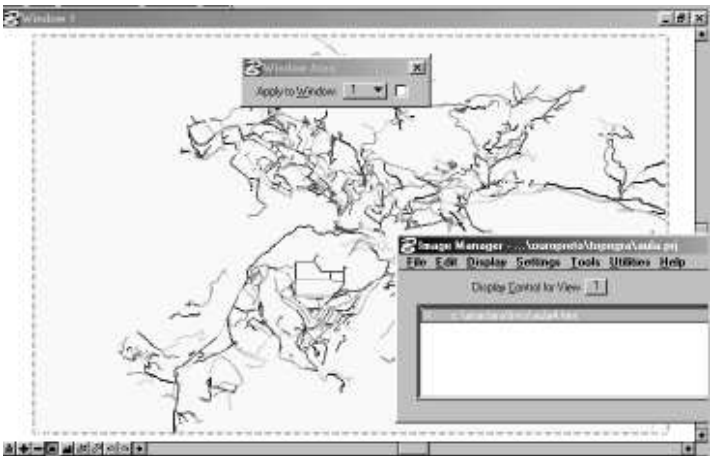

Figura 9 - Imagem de fundo georreferenciada

3 - ESTAMPAR VETORES

Inicialmente, coloque uma ***FENCE*** em volta de desenho que será estampado.

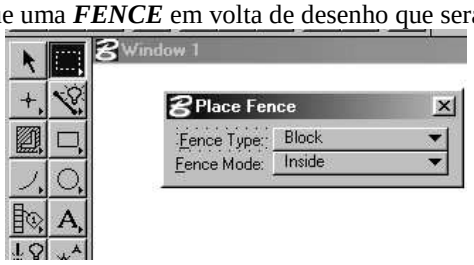

Figura 10 - Ferramenta de *fence*

[1] Em informática já se incorporou ao vocabulário o termo "*clicar*", "*clique*" e seus derivados. Como é mais expressivo que seus correspondente em português (apertar, apontar, etc), iremos utilizar esta adaptação.

É necessário estabelecer a correspondência entre espessura da linha e número de *pixels* que a representarão. Por exemplo: uma linha de peso (espessura) zero, pode ser representada por um *pixel* (unidade mínima de leitura do *raster*). É bom lembrar qual foi a resolução definida para a imagem, escolhida em função da escala da fonte. A janela de diálogo onde é estabelecida essa correspondência é selecionada na barra do menu *pull-down* (rolagem para baixo): **SETTINGS – IMAGE – STAMP VECTOR**

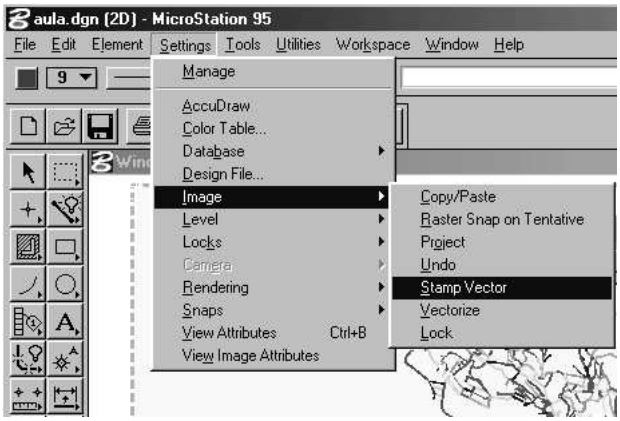

Figura 11 - Ativando o *stamp vector*

Uma caixa de diálogo será apresentada para a especificação da relação entre espessura de linha e número de pixels. Esta definição pode ser feita por **WORKING UNITS**, informando a medida que será correspondente a cada linha, ou por **PIXELS**, informando a relação entre espessura e número de *pixels*.

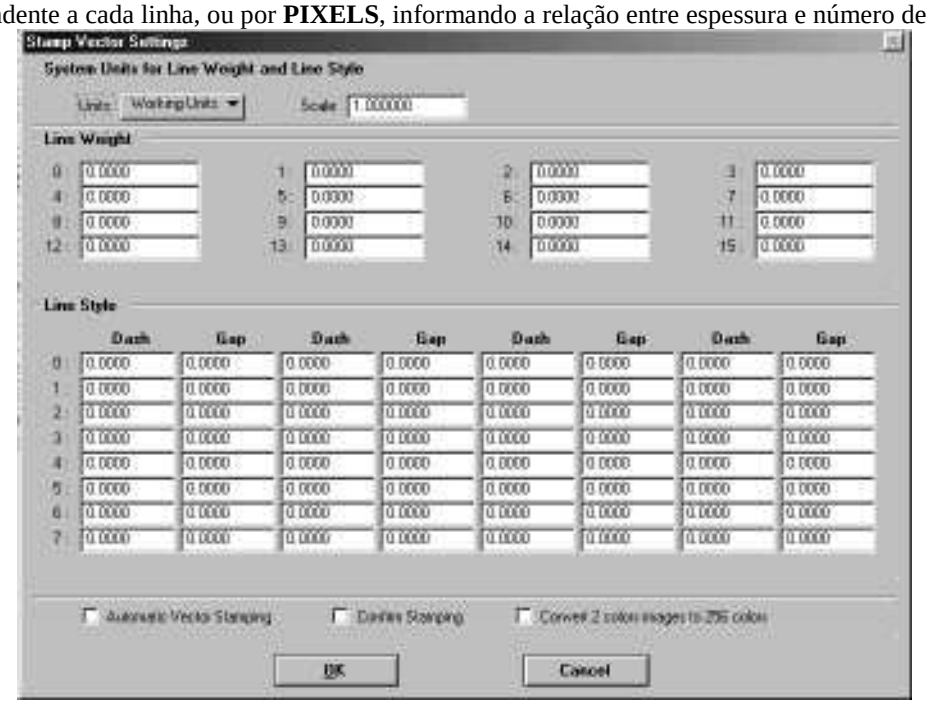

Figura 12 - Relação espessura / n° de pixels via unidades de trabalho

Selecione as opções **AUTOMATIC VECTOR STAMPING** e **CONFIRM STAMPING**, para que o processo ocorra em todos os elementos gráficos, e para que antes de iniciar o processo ele peça a confirmação da decisão (questão de segurança).

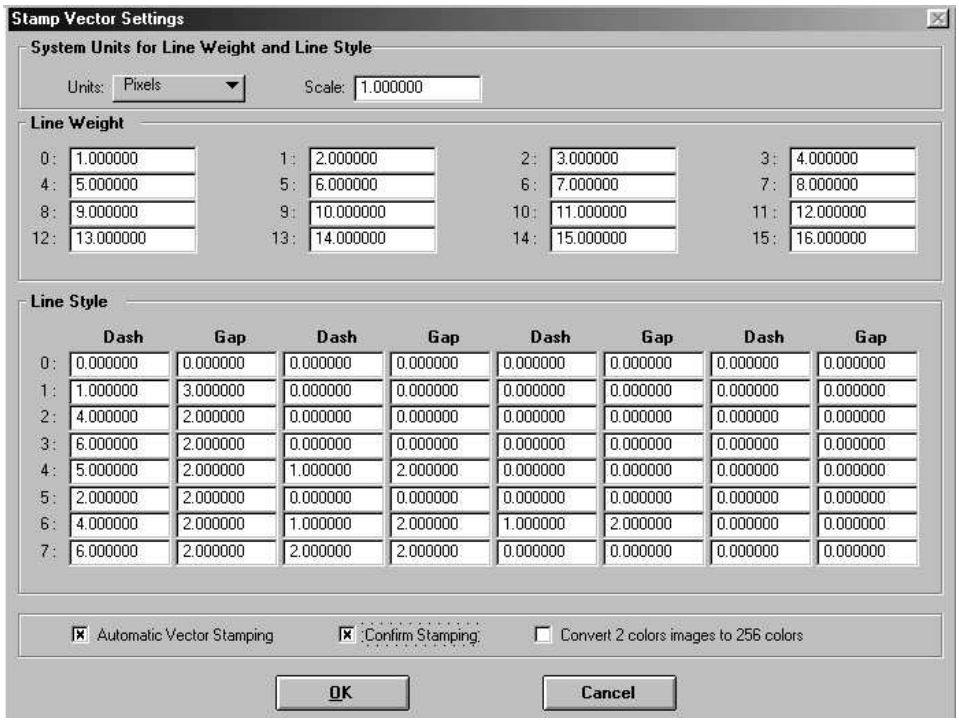

Figura 13 - Relação espessura / n° de pixels via pixels

Selecione o ícone STAMP VECTOR pelo menu *pull-down*: **TOLLS – IMAGE – STAMP VECTOR.**

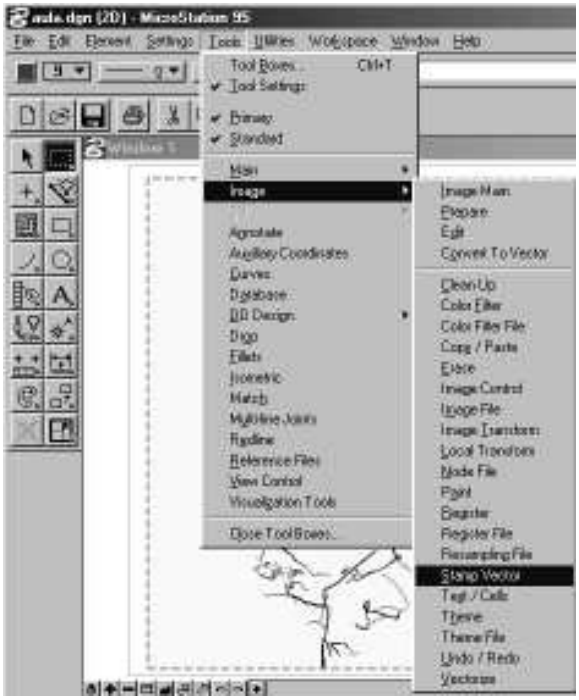

Figura 14 - Carregando o ícone de *stamp vector*

São disponibilizados os ícones abaixo, sendo o primeiro destinado ao processo de estampar vetores.

Figura 15 - STAMP VECTOR

Selecione o **STAMP VECTOR** e, em seguida, *clique* dentro da *fence* (área selecionada). Será aberta uma caixa de diálogo alertando que a imagem está prestes a ser modificada, e você deve confirmar que deseja a transformação.

Para algumas cores, será solicitada a correspondência entre original e nova imagem. Isso geralmente acontece com cores colocadas acima da 31ª casa do conjunto. Exemplo: se você usou as cores 2, 3, 5 ou 16 ele não pedirá a correspondência, mas fará a transformação automaticamente. Para cores de numeração superior a 31, ele pede a correspondência. O ideal é dar a correspondência com a mesma numeração da tabela original, garantindo a reprodução fiel. Assim, no exemplo apresentado, a cor 34 deve corresponder ao índice 34 na imagem, e daí por diante. Informa-se a correspondência e seleciona-se **ASSIGN VECTOR COLOR TO IMAGE**.

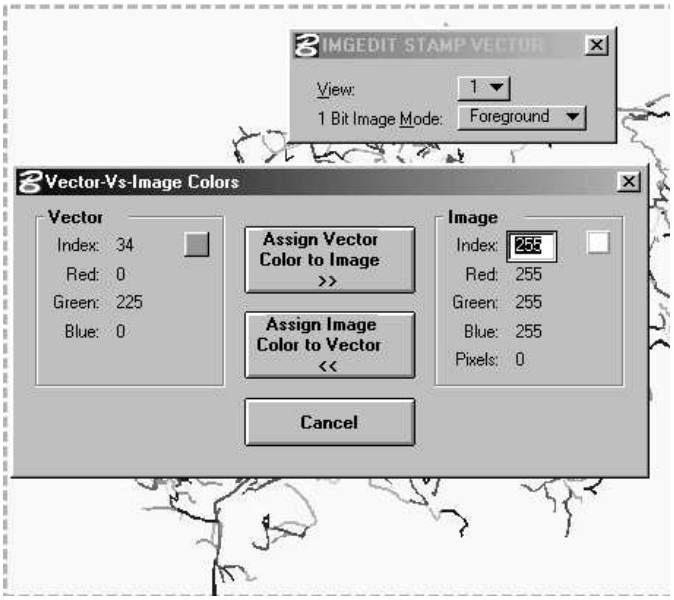

Figura 16 - Relação de transformação de cores do vetor para imagem

Assim que terminar o processo de conversão de vetores, é importante desabilitar, de imediato, o **STAMP VECTOR**, pois ele está no automático, o que pode gerar alguns problemas, caso sejam solicitadas outras transformações no desenho. Isso é feito através do **SETTINGS – IMAGE – STAMP VECTOR** e retirando o **AUTOMATIC VECTOR STAMPING** e **CONFIRM STAMPING**.

Salve as alterações feitas na imagem através da caixa do IMAGE MANAGER: **FILE - SAVE.**

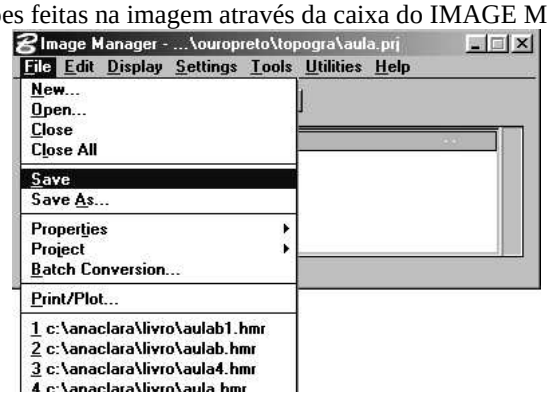

Figura 17 - Salvando as alterações na imagem

Em seguida, como a imagem está no formato **HMR**, próprio do software, é necessário convertê-la para outro formato (**JPG, TIF**, etc) para utilização em outros programas. Para fazer a conversão, na caixa de diálogo do IMAGE MANAGER: **FILE – BATCH CONVERSION**.

Figura 18 - Conversão da imagem

Na janela de diálogo do **BATCH CONVERSOR**, selecione o diretório e a imagem HMR que será convertida. Defina para que formato ela será convertida (exemplo: **TIFF**), a relação de cores (no caso **256 CORES**), se será compactada (no caso **NONE**) e o diretório onde ela será armazenada. É feita a conversão da imagem, que está pronta para ser utilizada em outros aplicativos.

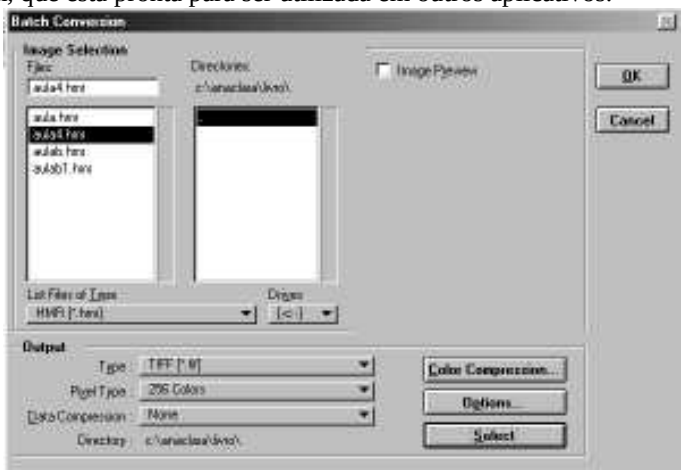

Figura 19 - Conversão de HMR para TIFF

OBS. IMPORTANTE:

Para ir para o SAGA o *tiff* deve ser não compactado e em cores indexadas, pois cada cor será um componente de legenda. Para levar o *raster* para o *ArcView* e aplicar a álgebra de mapas este cuidado também é necessário.

Para levar o arquivo *raster* para o SAGA, será necessário converter de TIFF para RST (formato específico do SAGA). A versão do *tiff* que o conversor do SAGA aceita é diferente da gerada pelo *Descartes*, de modo que é necessário abrir o *tiff* gerado no *Descartes* em algum editor de imagem (por exemplo o *Adobe Photoshop*) e salvar novamente o arquivo tiff. Lembrar de controlar se o número de linhas e colunas está correto (no *Adobe Photoshop* - no *Image* - *Image Size*) e se está em cores indexadas (no *Adobe Photoshop* - No *Image* - *Mode*).