

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICO APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO E GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DE DOCUMENTAÇÃO APLICADO À GESTÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO

Ana Clara Mourão Moura

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
Instituto de Geociências – Departamento de Cartografia
anaclara@ufmg.br

RESUMO

Estudo de aplicações de recursos de geoprocessamento em planejamento urbano e na gestão do patrimônio arquitetônico e urbanístico, enfocando como área tema Ouro Preto, Minas Gerais, cidade Patrimônio da Humanidade. Desenvolve diferentes aplicações do geoprocessamento para o planejamento urbano, entre as quais citamos montagem de base de dados, conversão de dados, montagem de Sistema Geográfico de Informação, construção de análises diagnósticas e prognósticas. Desenvolve roteiro metodológico de aplicação de recursos de geoprocessamento na gestão do patrimônio arquitetônico e urbanístico, composto pelo uso de aplicativos de Gestão de Documentação Eletrônica, estudo de Eixos Visuais, Realidade Virtual e Navegação Virtual e Sistema Geográfico de Informação. Objetiva ampla análise do território enfocado, com integração dos estudos de planejamento e gestão. Aborda estudos em quarta dimensão, a dimensão tempo.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Patrimônio Histórico, SIG

Geographic Information System Applied to urban planning and Electronic Document Management System applied to historical heritage management

ABSTRACT

The study of geoprocessing resources applied to urban planning and architectural and urban heritage management, focusing on the city of Ouro Preto in the state of Minas Gerais, which has been granted world heritage status. It develops different geoprocessing applications concerning the urban planning, such as database organization, data conversion, organization of Geographic Information System, and the analysis of diagnostics and prognostics. It develops a methodological plan on the application of geoprocessing resources related to the architectural and urban heritage management, established by the use of Electronic Document Management System applications, studies on Visual Axis, Virtual Reality and Virtual Navigation, and Geographic Information Systems. The objective is to provide a broad analysis of the area in question, integrating the studies of planning and management. It focuses on the use of the fourth dimension, the time dimension.

Keywords: Geoprocessing, Historical Heritage, GIS

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo relata parte do trabalho desenvolvido em nosso doutoramento em Geografia, área de concentração Geoprocessamento, no IGEO-UFRJ, orientado pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva.

A cidade de Ouro Preto foi escolhida como área-piloto para aplicação das metodologias de análise urbana apoiadas por geoprocessamento devido à sua importância histórica para a formação da vida urbana brasileira e pela complexidade espacial que hoje a caracteriza. Trabalhar em Ouro Preto é abordar desafios de toda natureza: desde os estudos de potencial à expansão exigidos pela dinâmica urbana, até a construção de métodos de análise que permitam o julgamento do delicado processo de intervenção no patrimônio histórico. A gestão da dinâmica urbana passa, necessariamente, pelo estudo dos impactos da expansão e das mudanças da ocupação na paisagem da cidade.

Os instrumentos aqui propostos visam otimizar as análises e as intervenções urbanas, levando em consideração complexa gama de variáveis espaciais. Eles têm como ponto fundamental a melhoria no gerenciamento de dados e a utilização dos recursos de quarta dimensão (representação em realidade

virtual) como facilitadora do diálogo entre técnicos, administradores e comunidade. O estudo adota o amparo do geoprocessamento nas mais diferentes etapas de tratamento, análise e representação dos dados espaciais.

Sobre os limites entre **planejamento** e **gestão**, acreditamos que o primeiro ocorra em maior escala temporal e espacial, enquanto o segundo traduz o acompanhamento da dinâmica urbana nos processos de transformação em menor escala. Segundo Souza (2002, p. 46), planejar remete ao futuro, à compreensão e previsão de processos, enquanto gestão indica o presente, e significa administrar uma situação.

2. GEOPROCESSAMENTO NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO URBANO

O processo metodológico baseou-se na montagem de um SIG no SAGA-UFRJ para a elaboração de análises ambientais urbanas, e constou das etapas:

- a) Montagem de base cartográfica através da organização de planos de informação iniciais, em formato *raster*;
- b) Construção das análises urbanas por meio da *Árvore de Decisões*.
- c) Verificações frente à realidade - Calibração do Sistema - Retorno às etapas de Análise.
- d) Zoneamento segundo diferentes Variáveis Ambientais - Identificação de situações especiais que caracterizam a cidade, conflitos, potenciais, riscos e prioridades de intervenção.
- e) Elaboração de propostas de intervenção, manejo e restrições.

Para a montagem do SIG foram definidos os objetivos principais para as análises destinadas ao planejamento urbano, que deveriam ser atendidos nas caracterizações obtidas através da *Árvore de Decisões*. As principais questões colocadas foram:

- a) Como é a distribuição da população em Ouro Preto, sobretudo em termos de faixas etárias, níveis de escolaridade e densidade de ocupação? Resposta no mapa "*Síntese da Distribuição da População*".
- b) Como é a distribuição das áreas de risco ambiental à ocupação urbana? Resposta no mapa "*Síntese de Riscos à Ocupação*".
- c) Quais são as áreas mais bem servidas (e as mal servidas) de comércio, prestação de serviços e serviços de uso coletivo? Resposta no mapa "*Síntese de Comércio, Prestação de Serviços e Serviços de Uso Coletivo*".
- d) Como é a distribuição de infra-estrutura na cidade? Resposta no mapa "*Síntese de Infra-Estrutura*".
- e) Quais são as áreas mais propícias à expansão urbana? Resposta no mapa "*Síntese de Potencial de Ocupação e Expansão Urbanas*".
- f) Quais são as áreas mais valorizadas do espaço urbano? Resposta no mapa "*Síntese de Valor da Terra*".
- g) Quais são as áreas de maior valor cênico no conjunto urbano? Resposta no mapa "*Síntese de Valores Cênicos*".
- h) Quais são as áreas mais visíveis na paisagem de Ouro Preto? Resposta no mapa "*Síntese de Eixos Visuais*".
- i) Quais são áreas de maior interesse para o turismo? Resposta no mapa "*Síntese Potencial para o Turismo*".
- j) Como é a distribuição de riscos à saúde, a partir da análise de doenças relacionadas a precárias condições de saneamento, em Ouro Preto? Resposta no mapa "*Síntese de Riscos à Saúde*".
- k) Finalmente, é possível caracterizar e conhecer a distribuição da qualidade de vida em Ouro Preto? Resposta no mapa "*Síntese Final de Qualidade de Vida Urbana em Ouro Preto*".

A base cartográfica inicial foi cedida pelo IGA-MG na forma de arquivo vetorial, em coordenadas UTM, resultante de digitalização de restituição aerofotogramétrica em escala 1:10.000. Era composta por arruamento, toponímia e hidrografia, e complementamos com a digitalização da topografia. Devido à opção por aplicativos SAGA-UFRJ foi necessário converter dados vetoriais existentes em dados matriciais. Desenvolvemos rotina para a conversão automática vetorial/matricial com o uso do aplicativo *Descartes* do programa *Microstation*, e publicamos em Moura e Rocha (2001, p.201-213). O processo prevê especificação da resolução (tamanho do *pixel*) e da relação entre a espessura da linha na representação vetorial e número correspondente de *pixels* para sua representação matricial.

A princípio, foram organizados 95 mapas básicos, sobre os mais diferentes temas, que depois foram utilizados em análises e cruzamentos, resultando em 145 mapas no total. Nem todos os mapas organizados nesta etapa foram adotados em processos de análise, mas alguns serviram como forma de calibração e conferência de resultados obtidos. Os programas utilizados no processo foram *Microstation*, *Geoterrain*, *Descartes*, *Adobe Photoshop* e SAGA-UFRJ.

Constituiu aspecto fundamental na montagem da base de dados o estudo das aplicações de análise das variáveis segundo as exigências do modelo *raster*. Isso significa pensar como as variáveis

ambientais seriam representadas geometricamente, diante da necessidade de cruzamento de *pixels* nas sobreposições dos diferentes 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) em um ponto onde está instalada, por exemplo, uma escola. A escola foi representada com modo de implantação pontual, ocupando um quadrado de 5 por 5 *pixels*, ou 100 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. Da mesma forma, como seria realizado o cruzamento entre as linhas de rede de esgoto e de rede de água? E como seria realizado o cruzamento entre infraestrutura (ao longo de vias) e informações contidas nas quadras? Assim, é preciso conhecer os modos de implantação das variáveis espaciais, e escolher suas representações. 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.*"

A referência conceitual que norteou a construção das análises e conjugação de variáveis foi a visão **holística** baseada na **Gestalt**, proposta para os estudos de percepção da forma, surgida na Alemanha no final da Segunda Guerra Mundial. A Gestalt defende que "**o todo é mais do que a soma das partes**", o que significa que se vemos um conjunto de elementos "a" e um conjunto de elementos "b" separadamente, não é o mesmo que ver "a+b", pois a interação entre os elementos conforma uma terceira situação, que podemos chamar de "c", que só existe pela correlação entre os anteriores. Uma vez somados, não é mais possível distinguir "a" e "b", mas o que se percebe é uma nova realidade. (Fraccaroli, 1982).

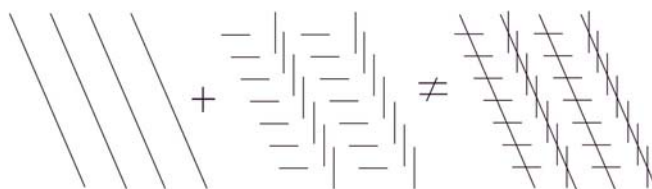


Figura 1 - "O todo é mais do que a soma das partes"- Gestalt

Esse conceito de inter-relação está na proposta de "Sistemas" introduzido por Chorley, em 1962. Sobre a questão, Haigh (1985, *apud* Christofoletti, 1999, p.46) explica que "*um sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas.*"

Não só a construção das análises e sínteses, como também a interpretação dos resultados deve seguir os princípios da Gestalt, pois na compreensão dos mapas resultantes de avaliações não faz sentido a leitura do dado por *pixel*, mas sim de sua relação no conjunto do arranjo espacial e nas conformações espaciais observadas.

Tendo em vista a grande complexidade do conjunto de dados e avaliações elaboradas, optamos, no presente estudo, pela apresentação de somente uma análise, relativa ao estudo de *Eixos Visuais*.

2.1. ESTUDO DE EIXOS VISUAIS

Falar de estudo de eixos visuais em uma cidade como Ouro Preto é compreender o significado do espaço urbano barroco e comprovar como a linguagem do espaço traduz os valores do Brasil colonial. A malha urbana barroca é um conjunto interconectado de eixos divergentes e convergentes, e sua estrutura consiste de um conjunto de pontos nodais simbolicamente importantes e visualmente dominantes, distribuídos ao longo da área urbana. Destaca-se o grande referencial simbólico promovido, pois nos pontos focais, para os quais se dirigiam os principais eixos visuais, foram implantados os principais monumentos da arquitetura institucional e da religiosa.

Constitui processo metodológico facilitador do trabalho de fiscalização e julgamento de solicitações de intervenção no conjunto urbano, de modo a otimizar o trabalho dos técnicos do patrimônio histórico na avaliação das possíveis mudanças no conjunto paisagístico, e o grau de aceitação das intervenções. Isto significa aplicar o geoprocessamento na gestão do patrimônio urbanístico e arquitetônico, pois é possível realizar, de forma expedita, uma consulta sobre o grau de importância de uma determinada área e, no caso de elaboração de projeto, de quais pontos da cidade a construção será visível, de modo que o projetista componha fachadas e volumes segundo as informações recebidas. O objetivo é responder:

- *Tal localidade (tal localização geográfica), de onde está sendo vista?*

- Tal ponto significativo na malha urbana: o que é visível a partir de sua posição?

O método consiste na aplicação de **critérios reproduzíveis** para o traçado das manchas dos eixos visuais, que são as áreas visíveis a partir dos pontos mais significativos da cidade. Acreditamos na importância deste procedimento de análise de eixos visuais para os novos rumos de aplicação de conceitos da **Teoria da Percepção e Cognição Espacial** aos estudos urbanos.

O primeiro passo foi, a partir de trabalho de campo, escolher 80 pontos de maior alcance visual e que permitissem a melhor visibilidade do conjunto histórico e paisagístico. É importante destacar que este número de pontos não é conclusivo, mas são os 80 primeiros pontos, e que técnicos interessados em detalhar a paisagem da cidade podem acrescentar novas localidades ao conjunto de dados.

No desenvolvimento da proposta iniciamos pela construção do MDE - Modelo Digital de Elevação - da cidade. A topografia da área foi cuidadosamente analisada, o que foi auxiliado por mapas hipsométricos em 3D e por estudos de efeitos de sombras em diferentes horas do dia.

Nos pontos de visada escolhidos, foram fixadas as alturas do observador, colocado a 1.70 m acima do piso. A partir deles, foram traçados perfis topográficos com o uso do aplicativo *Geoterrain*, em eixos radiais a partir do ponto de visada, com deslocamento de 6 graus entre eles.

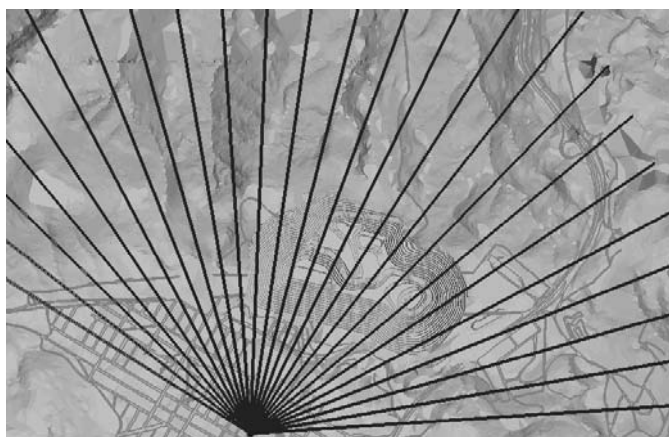


Figura 2 - Lançamento de eixos radiais de definição de perfis topográficos - deslocamento de 6 graus entre eles

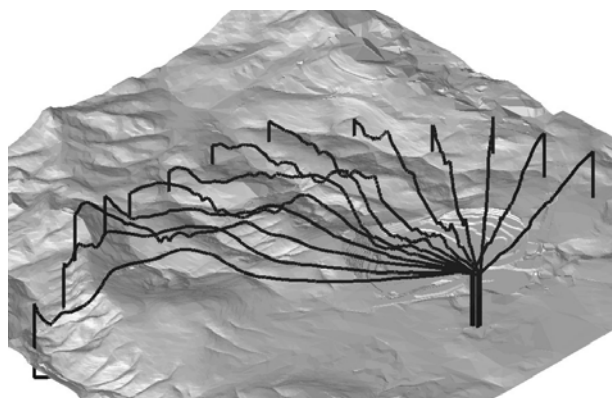


Figura 3 - Visão em 3D - destaque de alguns perfis traçados a partir de um ponto de visada

Traçados todos os perfis, foram definidos os pontos de interseção entre plano visual zenital do observador e linha de perfil, definindo as áreas de "sombra" (não visíveis). Isto significa traçar uma coleção de eixos saindo do ponto de observação, até que estas linhas interceptem o desenho do perfil. Em cada interseção é marcado o ponto de início e o ponto de final da sombra. Na seqüência, são ligados todos os pontos de início de sombra e todos os pontos de final de sombra, e o resultado são superfícies (*shapes*) definidoras de manchas de áreas visíveis a partir da posição do observador.

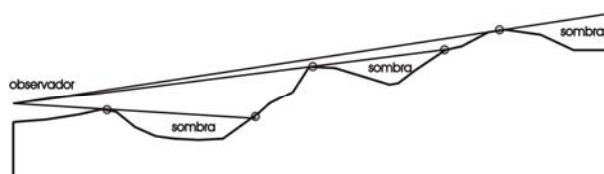


Figura 4 - A partir do olhar do observador, definição das interseções entre planos zenitais e perfil, para definição de áreas de "sombra".

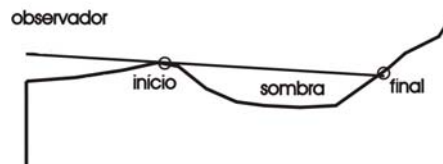


Figura 5 - Pontos de início e final de uma sombra a partir de um perfil.

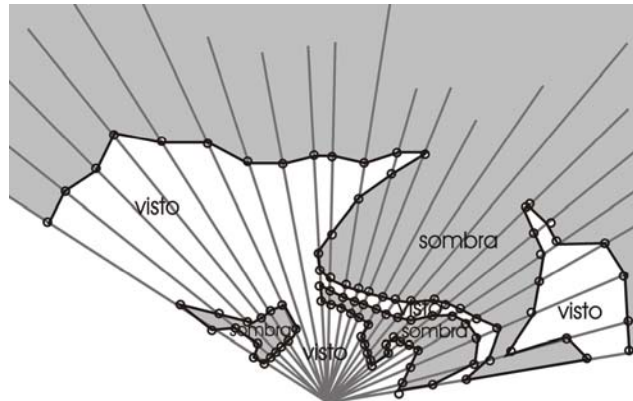


Figura 6 - Ligação de pontos e conformação das superfícies de áreas visíveis e não-visíveis (sombra).

O processo de ligação de pontos é feito tendo como material de conferência o desenho em 3D. A conferência final é obtida por colocação da mancha em 3D, encaixada no modelo digital de elevação, quando se verifica se ela realmente corresponde à realidade visível do ponto escolhido.

Uma vez geradas as manchas a partir dos 80 pontos escolhidos, elas podem ser consultadas por dois processos:

- O módulo de *Assinatura* do SAGA-UFRJ varre os planos de informação para identificar o que ocorre em uma localidade de interesse. Com esse recurso é possível consultar quais são as manchas que incidem sobre um local específico e, conseqüentemente, de onde o local é mais visível no conjunto urbano.

- O módulo de *Avaliação* do SAGA-UFRJ permitiu a construção da "*Síntese de Eixos Visuais*", que indica as regiões mais visíveis da cidade, em função da sobreposição de maior número de manchas de eixos visuais. O resultado é a indicação do grau de visibilidade ao longo do conjunto urbano, e o destaque das áreas que merecem maior atenção nos processos de aprovação de intervenções. Há ainda usos específicos, como escolha de roteiros turísticos, promoção de mirantes de visitaçã, incremento de pontos de observação de maior potencial, escolha das localizações mais adequadas para determinados fins, entre outros. O instrumento é muito rico e poderá ser amplamente aproveitado.

Classificado o território urbano segundo a concentração de eixos visuais, tivemos a curiosidade de relacionar esta distribuição com a hipsometria (ou altimetria). O interesse era verificar a existência de correlação expressiva entre as variáveis, ou seja, o predomínio de alguma faixa altimétrica na composição da morfologia urbana barroca de Ouro Preto.

Na seqüência dos estudos de interpretação da paisagem urbana, realizamos a localização das igrejas e dos mirantes na relação entre hipsometria e eixos visuais. Finalmente, promovemos a síntese entre "*Síntese de Eixos Visuais*" e "*Síntese de Valores Cênicos*" que destaca os pontos mais visíveis e, ao mesmo tempo, de maior valor paisagístico para a cidade.

3. GEOPROCESSAMENTO NO PROCESSO DE GESTÃO URBANA

Os recursos de Geoprocessamento foram utilizados em duas etapas: nas análises destinadas ao planejamento urbano, e nas análises de gestão do patrimônio histórico, arquitetônico e paisagístico. As análises de **planejamento urbano** promoveram complexa caracterização da realidade urbana de Ouro Preto, identificando limitações e potencialidades de uso, adequabilidade da distribuição das atividades e de infra-estrutura, áreas de risco, assim como a verificação da adequabilidade do Plano Diretor em vigência. Na etapa de **gestão urbana**, o objetivo é disponibilizar ferramentas que agilizem o cotidiano do monitoramento da cidade, o seja: a aplicação de programa de armazenamento e gerenciamento de toda a documentação relativa a projetos e intervenções no patrimônio, e a aplicação de processo que permite a navegação virtual no conjunto urbano e a simulação das intervenções na paisagem.

3.1. NAVEGAÇÃO VIRTUAL E SIMULAÇÃO DE INTERVENÇÕES NA PAISAGEM

Uma limitação do método de definição de manchas de visualização por ora aplicado é a não-consideração de pontos de obstrução da visada, como os grandes elementos construídos. Isso porque o método é baseado em perfis topográficos. Contudo, no futuro, se modelarmos também os volumes das edificações, será possível adaptar o método para graus de precisão muito altos. Por enquanto, esta limitação é resolvida com o uso das informações apresentadas pelo modelo de **Navegação Virtual**, construído a partir de conjuntos de fotografias, e montadas de forma a promover efeito de estar presente na cena. Assim, o usuário é informado de que pontos uma localidade é vista, sobre a classificação daquela posição quanto ao grau de acesso de visibilidade no conjunto urbano, e confere o alcance visual navegando virtualmente em conjuntos fotográficos tirados daqueles pontos.

Em Ouro Preto, a partir dos 80 pontos selecionados ao longo da mancha urbana, foram realizadas fotografias com sobreposição de 50% entre elas, com deslocamento entre tomadas de 20 graus, e uso de lente de 35 mm. Para garantir o deslocamento angular de 20 graus entre as fotos, acoplamos a câmera fotográfica a um teodolito e, através da estádia, realizamos as medições necessárias. A angulação retratada em cada ponto foi definida pelo nível de importância da cena: em mirantes foram fotografados quase 360 graus e, em outros pontos, bastou uma foto para a captura da visada de interesse. No total foram cerca de 600 fotografias.

No programa *VR Worx*, destinado à elaboração de produtos multimídia, foram montados os mosaicos das fotografias, denominados "panoramas". O aplicativo realiza o encaixe automático das fotos a partir da comparação de arranjos de *pixels* e escolha de sobreposições mais adequadas. Os panoramas, ou mosaicos, resultam em faixas cilíndricas de imagens somadas. Para compor este conjunto é necessário informar a lente usada nas fotografias e o FOV - *field of view*, que é a dimensão angular vertical e horizontal capturados pela câmera fotográfica em função da lente escolhida.

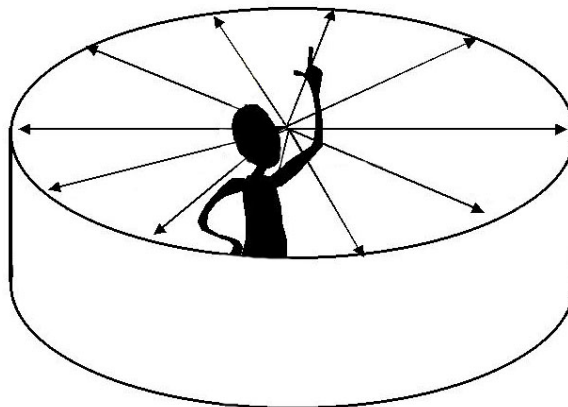


Figura 7 - Esquema do panorama cilíndrico e os eixos visuais radiais.

Uma vez elaborados os panoramas nos 80 pontos escolhidos, é montada a Navegação Virtual no conjunto, que permite ao usuário se deslocar entre os pontos de interesse e visualizar a paisagem como se estivesse no ambiente.

Segundo Proni e Weisman (1999, p.247), o mundo virtual é um ambiente espacial que pode ser explorado e com o qual se interage usando um computador. A realidade virtual é "*the experience of exploring and interacting with a spatial environment, using a computer.*" A percepção que se tem ao navegar no sistema é a exata sensação de estar se deslocando ao longo da cidade, sobretudo porque os pontos de visada e os eixos focais refletem o caminhar lógico do visitante e foram posicionados de acordo com a altura de um observador.

O aplicativo utilizado na montagem da navegação foi o *VR Worx*, mas a visualização da navegação pode ser realizada pelo *Media Player* (integrante do pacote *Office*) ou pelo *Quick Time* (da *Apple*). A vantagem de utilizar o *Quick Time* reside no fato de ele ser um aplicativo de livre domínio, a que qualquer usuário pode ter acesso. Assim, a navegação pode ser disponibilizada em qualquer computador, mesmo que o programa que a gerou não esteja ali instalado, bastando somente o *Quick Time*.

Na montagem da navegação em Ouro Preto, realizamos os seguintes procedimentos:

a) Montagem de arquivo 3D com a hipsometria da cidade e estudo de sombras para destaque dos elementos morfológicos do conjunto. Após estudo de diferentes horários na iluminação, optou-se por 4 horas da tarde, pois o eixo solar incide perpendicular à direção Nordeste-Sudoeste e quase Norte-Sul, dando destaque para as estruturas que se desenvolvem no sentido Norte-Sul. Esta iluminação destacou os fundos de vales e as colinas que caracterizam a cidade.

b) Montagem de mosaico de ortofotocartas da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) para a cidade, em escala 1:10.000. Foram duas folhas, cujo encaixe foi realizado no programa *Descartes* (próprio para trabalhos em imagens *raster* e para a conversão vetorial/*raster*), com o cuidado de correto georreferenciamento e ajuste de *pixels* para que as emendas se adequassem perfeitamente. Com o mosaico já pronto, a base cartográfica vetorial contendo arruamento e informações básicas foi estampada na imagem.

c) Montagem do *slide* inicial, no qual o usuário recebe as informações de como navegar no sistema.

A navegação propriamente dita seguiu os critérios:

a) O usuário entra pela página de explicações, segue para o mapa hipsométrico no qual ele é informado sobre a morfologia da área, e depois é encaminhado para a ortofotocarta. Na ortofotocarta, estão localizados os 80 pontos de eixos visuais, e o usuário pode escolher por qual ponto iniciar a navegação.

b) Ao longo de toda a navegação, sempre que o usuário quiser saber a localização do ponto onde se encontra em relação ao conjunto da cidade, basta "clique" no céu ou na parte superior da imagem, que o sistema o leva para a ortofotocarta na posição exata de onde está o ponto.

c) Quando o usuário está em uma foto e tem como objetivo navegar para algum elemento que nela se apresenta (como no exemplo de estar na Praça do Centro de Convenções e decidir subir até a UFOP), ele verifica, pelo botão específico, onde há os "*hot spots*", que são os pontos de ligação com outras fotos. Ao acionar um *hot spot* na imagem, ocorre o deslocamento para a nova localidade de interesse.

d) Além dos 80 pontos de navegação ao longo da mancha urbana, solicitamos a autorização para fotografar uma igreja. Realizamos tomadas internas na Igreja do Rosário. A qualidade de imagem não ficou muito boa, pois não é permitido usar *flash*. É um exemplo de navegação através do largo do Rosário - igreja - planta da igreja - interior da igreja - alguns detalhes de piso e estatuária - saída pelos portais - retorno ao largo do Rosário.

A aplicação mais interessante desse sistema, além de permitir que um usuário visualize a realidade urbana e analise a paisagem sem se deslocar do escritório, são os estudos de simulação de intervenção na paisagem. O método é muito útil nos processos de aprovação de projetos, pois o projetista responsável deve fornecer desenhos da edificação prevista nos pontos de maior visibilidade, e é montada a simulação da intervenção na paisagem urbana. Mesmo que o projetista não domine instrumentos de desenho digital, basta um simples croqui da fachada para que ela seja encaixada na paisagem, por meio de medições proporcionais de elementos conhecidos do entorno (a dimensão de uma janela, a altura do pé direito de uma edificação, as dimensões do lote, etc).



Figura 8 - Simulação de intervenção na paisagem.

4. GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO - GED - GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DE DOCUMENTAÇÃO

A **Gestão do Patrimônio Arquitetônico e Urbanístico** impõe as seguintes questões:

a) Como otimizar as análises de adequabilidade das intervenções no patrimônio arquitetônico e urbanístico?

b) É possível organizar de modo digital os diferentes documentos de um processo de solicitação de intervenção no conjunto urbano?

c) Como considerar a variável "eixos visuais" nos estudos de adequabilidade de intervenção no patrimônio arquitetônico e urbanístico?

d) Como considerar as informações de caracterização da cidade, obtidas na etapa de análise voltada para o planejamento urbano, na abordagem de adequação da intervenção no patrimônio arquitetônico e urbanístico?

Para responder a essas questões, é proposta a aplicação de sistema de gerenciamento de informações que aborde também a questão visual e permita a avaliação das características paisagísticas ambientais.

O conceito de GED - Gerenciamento Eletrônico de Documentação, surge da necessidade de maior produtividade em instituições ou empresas que têm que lidar com o armazenamento e manuseio de grande quantidade de dados de diferentes naturezas (projetos, documentos impressos, fotografias, vídeos, tabelas, entre outros). O objetivo é facilitar e controlar o acesso a documentos em meios digitais. O GED visa eliminar o acúmulo de impressos na rotina da empresa, permitir que as informações sejam acessadas e tratadas mais rapidamente, e promover a criação de acervo de dados com mais segurança em relação ao arquivamento padrão.

A proposta de aplicação das ferramentas de gerenciamento de documentação no presente trabalho tem os objetivos:

- Facilitar o armazenamento de dados relativos a projetos arquitetônicos e urbanísticos já realizados e em andamento no centro histórico de Ouro Preto.
- Fornecer instrumento para gestão do patrimônio histórico, uma vez que as solicitações de intervenção são acompanhadas segundo a dinâmica temporal própria das alterações na cidade de Ouro Preto.
- Fornecer instrumento que realize interface entre armazenamento de dados, SIG (com consultas a banco de dados e espacialização das informações em mapas georreferenciados) e verificação visual dos espaços de intervenção pela Navegação Virtual.

Foi desenvolvido um programa, pela equipe do LAGEOP coordenada pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva, que permite a aplicação dos conceitos descritos. Trata-se do VICON-UFRJ, *Programa de Vigilância e Controle*. O VICON caracteriza-se como ferramenta de armazenamento de documentos de diferentes naturezas, sempre em formato digital (projetos em *cad*, arquivos de texto, documentos capturados por *scanner*, fotografias digitais, entre outros) e associados a um elemento de georreferência conhecida (uma edificação, um lote, uma quadra). O programa permite a entrada de dados relativos aos projetos em andamento ou já concretizados (na forma de inventário) e algumas ações de SIG (Sistema Geográfico de Informação) na consulta ao banco de dados e obtenção da geografia do elemento consultado.

Solicitamos à equipe do Prof. Xavier que introduzisse no VICON-UFRJ os recursos de *Navegação Virtual* por nós desenvolvido, para que o usuário, ao gerenciar dados de projetos, possa também ter conhecimento da composição visual do espaço urbano, o que dá mais segurança para as avaliações. Além da navegação ao longo da cidade como um todo, são anexadas também navegações específicas nas áreas de proposição de projetos, assim como a construção de simulações dos efeitos das intervenções na paisagem.

Solicitamos também que o VICON-UFRJ incorporasse dados obtidos em estudos de eixos visuais, metodologia por nós desenvolvida. O objetivo é que o usuário, ao consultar um projeto, seja informado do grau de importância da área no conjunto paisagístico e de quais pontos de visada a intervenção será mais visível.

Assim, os julgamentos dos impactos (positivos e negativos) na paisagem serão subsidiados por complexo conjunto de informações, de modo que o gestor tenha amplos critérios de análise, e o solicitante compreenda as decisões tomadas.

4.1 GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DE DOCUMENTAÇÃO E NAVEGAÇÃO VIRTUAL

O conceito de GED, Gerenciamento Eletrônico de Documentação, também conhecido como EDMS - *Electronic Document Management System*, surgiu, segundo GOYA (2000), há cerca de 10 anos, com a proposta de permitir que as empresas alcançassem grande produtividade - e conseqüente competitividade de mercado - transferindo toda espécie de documento em papel para meios digitais. O GED não só viria eliminar o acúmulo de impressos na rotina da empresa como permitiria que as informações fossem acessadas e tratadas mais rapidamente. Com o crescimento da *internet* no dia-a-dia das empresas, as novas soluções estão se voltando para o mundo *Web*, inclusive com gerenciamento de conteúdo, *content management* (CM) que significa acessar informações em qualquer tipo de documento eletrônico estruturado em base de dados, tais como textos, planilhas, imagens, vídeos, entre outros.

Chaves (2002, p.7-12) explica que um Gerenciamento Eletrônico de Documentação passa pelas etapas de captura do documento, indexação, armazenamento e formas de localização; além do gerenciamento de documentos e de informações neles contidas:

- A etapa de captura é feita por equipamentos que convertem o documento em papel para o formato eletrônico, sobretudo os *scanners*, que podem disponibilizar técnicas de reconhecimento de caracteres, tais como a *OCR - optical character recognition* e a *ICR - intelligent character recognition*.

- A etapa de indexação visa permitir que o sistema de gerenciamento realize a localização dos documentos. Há diferentes processos de indexação, em função dos clientes e das aplicações. As etapas de armazenamento e de localização dependem diretamente de bons processos de indexação.

- A etapa de gerenciamento dos documentos adota tecnologias que permitem divulgação e arquivamento das informações, entre as quais citamos:

- *Document imaging* - armazenamento de imagens.
- *Document management* - controle do manuseio de documentos, como o histórico de alterações, datas e marcas de modificações;
- *Workflow* - elaboração de fluxo para o documento de forma objetiva, pela definição de acessos aos dados.
- *Cold/ERM* - transformação dos dados de relatórios em forma digital e sua distribuição via rede, com conseqüente redução de tempo.
- *Forms processing* - processamento de formulários pelo reconhecimento de caracteres.
- *Records and information management* - gerenciamento de documentos independentemente da mídia utilizada, com categorização do documento.
- *Content management* - uma das mais novas tecnologias do GED, gerenciamento de conteúdos através de uma interface única, por um navegador como um *browser*.

Segundo Goya (2000), alguns aplicativos de GED já disponibilizam até serviços de consultas às bibliotecas de dados no sistema *check-in* e *check-out*, ou seja, os usuários retiram ou guardam documentos para consulta, edição ou revisão em estruturas de pastas e subpastas, e o sistema mantém um histórico de versões de cada componente. Por sistema de *workflow*, a empresa pode acompanhar e controlar processos. No futuro, a autora indica que os novos produtos apresentarão recursos para que diferentes usuários trabalhem de forma colaborativa, com interface unificada para acesso a toda espécie de conteúdo. A palavra de ordem será ampla interface.

Chaves (2002, p.45) também aponta como principal condição para o crescimento da tecnologia GED o desafio da integração:

"Esta possibilidade de associação a outras tecnologias é, ao mesmo tempo um propulsor ao GED, assim como um dos seus desafios futuros. Este desafio consiste em manter-se sempre atualizado em relação às tecnologias que emergem com velocidade cada vez maior, inovando em termos de aplicabilidade e novos conceitos na guarda e utilização de documentos. O GED até o momento tem conseguido acompanhar a evolução destas tecnologias e está evoluindo também com as tecnologias 'web'. Prova disto, é verificar a derivação que ocorreu do 'Knowledge Management' chamada de 'Content Management' e que também criou uma novíssima vertente, o 'Enterprise Content Management', que vem a ser o gerenciamento do conhecimento empresarial, disponibilizando através de 'browser', informações advindas de sistemas corporativos e outros meios de informação."

O VICON-UFRJ, concebido para atender a algumas funções de gerenciamento de documentação, apresenta ferramentas para a indexação de documentos armazenados. Os documentos devem passar por processos de transformação em meio digital: se já são arquivos informatizados, o VICON-UFRJ incorpora qualquer extensão, mas se estão em formato analógico (papel) devem ser capturados por *scanner*. Estando em formato digital, o VICON-UFRJ incorpora os documentos por meio do registro de projetos, que podem ser eventos ou entidades, e cria um índice que identifica todas as informações relativas àquele processo.

Além de documentos, o VICON-UFRJ armazena dados dos projetos, que assim como os primeiros podem ser localizados, consultados e atualizados. As consultas podem resultar em visualização de relatórios ou em mapas de localização de ocorrências.

O que caberia ser incorporado ao VICON-UFRJ, para que se tornasse um GED mais completo, seria a melhor interface com outros sistemas, pela importação e exportação de planilhas ou tabelas (formato *dbf* ou semelhante); os estudos de distribuição de dados entre grupos de usuários (sistemas de *workflow*), e a possibilidade de utilização dos recursos de navegadores de *internet* (*browsers*) no gerenciamento dos dados.

Além de dados, documentos e mapas de localização, o VICON-UFRJ incorpora informações na forma de Navegação Virtual que é, na verdade, a junção de recursos de Realidade Virtual e de Multimídia, permitida pelo uso do programa *VR Worx*.

O conceito de Realidade Virtual, segundo Capra (2000, p.3), recebe várias designações, entre as quais: ambientes sintéticos, ciberespaço, realidade artificial, tecnologia de simulação. A multiplicidade de designações deve-se em parte à natureza interdisciplinar da área e também à sua constante evolução. O autor explica que a realidade virtual é a junção de três idéias básicas: imersão, interação e envolvimento. Isoladamente, essas idéias não são exclusivas de Realidade Virtual, mas neste caso coexistem.

Costa *et al.* (2002, p.4) explicam que imersão é a possibilidade de sentir-se dentro do ambiente; a interação está relacionada à possibilidade de o computador reagir a ações do usuário e mudar o mundo virtual em função desse reconhecimento; e o envolvimento pode ser passivo (o usuário é somente espectador) ou ativo (o sistema reage aos comandos). A imersão pode ser total, quando utilizados os recursos como capacetes de visualização ou sala de projeção, ou pode ser obtida simplesmente por teclado, mouse e tela, por meio de representações tridimensionais e avatares, que são "*representações gráficas animadas, normalmente na forma humana, onde as ações do usuário são refletidas*". Quando o sistema de realidade virtual é não-imersivo e apresenta somente dispositivos de tela, teclado e mouse, ele é chamado de "*desktop*". Nestes últimos, bem mais simples, os efeitos podem ser construídos por tridimensionalidade e recursos de luz e sombra.

Para que o sistema funcione adequadamente, é necessário que as taxas de atualização de imagens sejam rápidas, o ambiente seja realista, e sejam possíveis variações de escala. É importante ressaltar, como coloca Costa (*op.cit.*, p.3), que a grande vantagem da interface entre usuário e máquina é que "*o conhecimento intuitivo do usuário a respeito do mundo físico pode ser transferido para manipular o mundo virtual*".

Na Navegação Virtual proposta para Ouro Preto, a recuperação da imagem é muito rápida, e o deslocamento ao longo de uma cena depende da velocidade empregada pelo usuário no manuseio do *mouse*, ou seja, o observador dita o ritmo segundo o seu olhar. Outro ponto é que, por ser montado a partir de conjunto de fotografias, a representação da realidade é de grande fidelidade. Há amplas possibilidades de alteração de escala, por afastamentos e aproximações, limitadas somente pela resolução da imagem. Finalmente, como o conjunto de fotografias foi realizado a partir de ponto focal de um observador inserido no ambiente, e os deslocamentos repetem sempre o olhar do observador no contexto, há forte relação entre imagem e usuário.

Capra e Sampaio (2000) destacam que um dos pontos principais na Realidade Virtual é o "*walk-trough*", o que significa que o usuário pode escolher o caminho a percorrer, e não somente visualizar deslocamentos previamente definidos. Assim, o sistema proposto para Ouro Preto não incorpora todos os recursos de Realidade Virtual, pois não permite que o usuário tenha total escolha dos percursos, mas também não se limita a uma representação multimídia, na qual todos os deslocamentos seriam pré-gravados. Na verdade, é uma interface entre alguns recursos de Realidade Virtual e de Multimídia, pois há vasta rede de pontos de observação e de conexões entre eles, e o usuário escolhe aonde ir e para onde se deslocar no conjunto, mas suas ações são limitadas pela rede existente.

Assim, o processo incorpora alguns conceitos "Realidade Virtual" e de "Multimídia", de modo que adotamos o termo "Navegação Virtual", pois acreditamos na definição de Proni e Weisman (1999, p.247) de que o mundo virtual é um ambiente espacial que pode ser explorado, e com o qual se interage usando um computador. A realidade virtual é "*the experience of exploring and interacting with a spatial environment, using a computer.*"

4.2. ETAPAS NA MONTAGEM DO GED ATRAVÉS DO USO DO VICON-UFRJ

As etapas de trabalho foram as seguintes:

- 1) Montagem do conjunto fotográfico;
- 2) Montagem da Navegação Virtual no **VR-Virtual Reality**;
- 3) Montagem da base cartográfica de edificações e arruamento;
- 4) Montagem da base de dados para ser incorporada pelo **VICON-UFRJ** (Vigilância e Controle).
- 5) Registro de Eventos e Entidades no Vicon-UFRJ;
- 6) Aplicação de testes em situações de intervenções - eventos e entidades:
 - a) Estudos de Eixos Visuais;
 - b) Navegação Virtual;
 - c) Simulação de Intervenções na Paisagem;
 - d) Construção de análises de projetos com a incorporação de dados obtidos na etapa de análise para planejamento urbano.

O VICON-UFRJ foi organizado de modo a funcionar como um GED (Gerenciamento Eletrônico de Documentação) e incorporar também algumas funções de SIG (Sistema Geográfico de Informação) por meio da espacialização de consultas relativas aos dados armazenados. A estrutura foi preparada de modo a já apresentar os temas e os campos a serem preenchidos pelo usuário.

Inicialmente, para a montagem do programa VICON-UFRJ, adotamos como referência de temas que seriam pesquisados, e conseqüentemente de campos que seriam preenchidos, a ficha de inscrição e acompanhamento de obras hoje utilizada pelo IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - em Ouro Preto. Além dos campos da ficha, que abordam questões como dados do proprietário e da obra, relação de documentos recebidos, pareceres emitidos, entre outros; acrescentamos também a possibilidade de incorporação de mapa SAGA (formato *rst*) relativo ao estudo de eixos visuais e as navegações virtuais em toda a cidade e no ponto específico do projeto.

O VICON-UFJR foi preparado para receber dados relativos a processos em andamento, caracterizados como *eventos* (dimensão tempo incorporada, pois ainda está acontecendo) e inventário de processos já realizados, caracterizados como *entidades*. Quando um processo termina e se consolida na forma de intervenção realizada, ele se transforma de *evento* para *entidade*, por meio de um comando do aplicativo.

O aplicativo VICON-UFJR permite a organização do conjunto de dados para a análise do projeto propriamente dito, tanto do ponto de vista da qualidade arquitetônica como dos efeitos da intervenção na paisagem. Contudo, se o técnico que estiver avaliando o projeto consultar as muitas análises realizadas com o uso do SAGA-UFJR sobre o conjunto urbano, ele terá visão completa da realidade enfocada. O técnico tem condições de saber, por exemplo, como é o sistema de infra-estrutura na região, se há riscos à ocupação, qual o valor da terra naquela posição, se é área de riscos à saúde, entre muitas outras informações. Assim, o técnico atua no particular, mas a partir de visão global do que ocorre na cidade. Ao emitir um relatório, ele tem ferramentas de avaliação mais precisas e, sobretudo, condições de explicar ao proprietário os critérios de análise que nortearam suas decisões.

Um vez registradas as ocorrências de *eventos* e *entidades*, o usuário, geralmente técnico de instituição de proteção do patrimônio histórico, pode realizar consultas com o objetivo de obter informações sobre um projeto específico ou mesmo sobre questões mais gerais como:

- selecionar todos os eventos registrados desde julho de 2002;
- selecionar todas as entidades localizadas na Rua Conde de Borbadela;
- selecionar todos os eventos que estarão construindo áreas superiores a 100 m²;
- selecionar todos os eventos e todas as entidades localizados na cota altimétrica "x".

As consultas são realizadas por SQL - *Structured Query Language*, linguagem que é praticamente um padrão nos módulos de consultas a banco de dados de Sistemas Geográficos de Informação. Há um auxiliar de montagem de SQL, caso o usuário não esteja habituado à linguagem.

A função de consultas atende ao processo de gestão do acervo histórico, pois permite a informação sincrônica, sobre todos os processos em andamento, e diacrônica, sobre a evolução dos projetos no tempo. A partir das consultas, é possível emitir relatórios que irão caracterizar a dinâmica de solicitação de intervenção no espaço urbano tombado.

Nas consultas, são informados quais registros atendem às perguntas formuladas, e são apresentadas as fichas com todos os dados dos registros. O usuário pode ler as informações contidas nos campos e visualizar dados específicos, como a documentação gráfica e textual arquivada, o mapa *rst* de eixos visuais e as navegações no entorno.

Para que o sistema abra automaticamente um documento gráfico de extensão *dwg*, por exemplo, o computador do usuário deve estar preparado para acionar o *Autocad* sempre que for consultado um arquivo desta extensão. Da mesma forma, se o documento gráfico estiver em *jpg*, o sistema operacional deve estar configurado para abrir um *Adobe Photoshop* ou programa semelhante sempre que este tipo de extensão for acionada. Também para a documentação textual, se ela estiver em arquivo *doc*, o sistema operacional deve estar preparado para automaticamente abrir o *Word* sempre que esta extensão for acionada. Para o caso de arquivo *rst*, mapas do *Saga*, ele estará configurado para automaticamente abrir o SAGA-UFJR e, para o caso de navegação em extensão *mov*, ele estará configurado para automaticamente abrir o *Quick Time* (mas é importante que o usuário tenha instalado o *Quick Time* em sua máquina para utilizar o VICON-UFJR).

Assim, o usuário consulta banco de dados, banco de imagens, banco de mapas e banco de documentação. Após realizar consultas, o usuário pode solicitar a visualização da localização das ocorrências em mapa *rst* (formato SAGA-UFJR). Basta selecionar um mapa de fundo que o sistema lança sobre ele as entidades ou os eventos capturados pela consulta.

O VICON-UFJR se caracteriza como um somatório de algumas funções de GED - Gerenciamento Eletrônico de Documentação, de SIG - Sistema Geográfico de Informação e de Navegação Virtual - com a promoção da visualização da área de interesse. Não é um GED completo, pois faltam ferramentas mais avançadas de interface com outros sistemas, de uso da *internet* para redes e de consultas tipo "*walk through*". Não é um SIG completo, pois espacializa informações a partir de consultas no banco de dados, mas não recupera os dados de uma geografia a partir do mapa, isso deveria ser realizado no SAGA-UFJR, com a montagem de novo sistema no módulo de banco de dados. Na classificação de Cowen (1990, p.55) o VICON seria um SIG *Desktop Mapping*. Não promove uma VR (*Virtual Reality* - Realidade Virtual) completa, pois não permite a plena escolha de deslocamento virtual ao longo da cidade, mas somente dentro da rede de 80 pontos e suas conexões.

Contudo, mesmo não sendo GED, SIG e VR completos, está dimensionado e moldado para atender à função específica de gestão do patrimônio histórico arquitetônico, urbanístico e paisagístico. Como diz o nome, VICON, *Vigilância* e *Controle*, visa acompanhar e facilitar o julgamento dos processos de intervenção no patrimônio histórico.

Assim, o usuário pode acompanhar os processos de intervenção no patrimônio histórico, consultando um banco de dados totalmente digital. Como a legislação brasileira ainda não permite a substituição de documentos analógicos (em papel) por documentos digitais, o técnico irá continuar com o

conjunto de documentação em dois arquivos: o tradicional arquivo de pastas e o novo arquivo digital, que permitirá rápida localização de dados e verificação dos andamentos dos processos.

Destaca-se que este sistema tem como principal função facilitar o julgamento de processos de intervenção no patrimônio, pois promove a visualização, por navegação virtual, do entorno de interesse, de toda a cidade de Ouro Preto, e da simulação do entorno modificado. O sistema informa, também, de quais pontos a intervenção poderá ser vista, o que é fundamental para que o projetista avalie a adequabilidade do projeto ao entorno. O instrumento permite o melhor diálogo entre técnico do patrimônio e o projetista solicitante da intervenção, pois é possível carregar simultaneamente dados, projetos, navegações e simulações quando se está avaliando um novo projeto.

Finalmente, acreditamos que o processo poderá facilitar a integração de dados relativos à análise urbana de Ouro Preto, de modo global, às análises específicas de intervenções locais. O técnico pode realizar consultas nos planos de informação sobre a cidade que já foram construídos nas análises assistidas pelo SAGA-UFRJ, e usar essas informações no julgamento das transformações em menor escala temporal e espacial.

É um passo que esperamos que facilite o diálogo entre técnicos e comunidade no processo de preservação de acervo histórico, ao mesmo tempo em que permite o acompanhamento da dinâmica de modificações no conjunto urbano. Acreditamos que o forte apelo comunicativo das imagens representativas da paisagem urbana ou da simulação de intervenção favoreça o diálogo. Embora tenhamos que considerar o que destacam Nascimento *et al.* (1995, p.160) sobre este delicado diálogo:

“Os conflitos existirão sempre, uma vez que seu pano de fundo é o conflito que é o limite entre o interesse individual o interesse coletivo. Ainda que a comunidade manifeste uma aceitação racional dos valores do patrimônio coletivo, cada iniciativa individual de intervenção – seja a ampliação de uma edificação, seja a simples colocação de uma placa comercial, o desmembramento de um lote ou parcelamento do vazio urbano – carrega, potencialmente, contradições com o interesse coletivo”.

5. CONCLUSÕES

O trabalho teve como grandes objetivos a construção de propostas de aplicação dos recursos de geoprocessamento em duas etapas da análise urbana: no planejamento e na gestão. Foram desenvolvidos dois procedimentos de aplicação do geoprocessamento, que apresentam metodologias específicas para cada etapa, mas os produtos gerados são interligados.

Na primeira, é proposta a montagem de um Sistema Informativo Geográfico de base matricial, contemplando a organização de significativo banco de dados para a cidade e construção de análises de diferentes naturezas, em procedimentos diagnósticos e prognósticos.

Na segunda etapa, é montado um sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentação, com incorporação da variáveis georreferenciadas e navegação virtual para estudo de eixos visuais e projeção de impactos na paisagem. Este segundo sistema tem como objetivo o acompanhamento dos processos de intervenção na paisagem urbana, gerando subsídios para o julgamento das solicitações, além de incorporar análises de caráter mais global realizadas na primeira etapa. As análises globais dão segurança para o estudo das intervenções pontuais, ao mesmo tempo que as navegações virtuais e os estudos dos eixos visuais permitem a melhor compreensão do espaço urbano analisado em todas as etapas.

O conjunto de dados organizado é bastante rico, mas temos consciência de que um pesquisador não consegue, sem equipe de apoio ou sem estar associado a uma instituição do município, organizar banco de dados de diferentes naturezas que seja atualizado e completo. Assim, indicamos que outras equipes complementem e atualizem o que for possível para garantir a análise em tempo real da dinâmica espacial urbana. Acreditamos também que dados que tiveram suas apresentações em alguma generalização por falta de informações mais pontuais e detalhadas, devam ser complementados por equipes de pesquisa interessadas no aproveitamento dos estudos já realizados.

A escolha da cidade de Ouro Preto está relacionada à sua importância para a história urbana de Minas Gerais e, sobretudo, à sua complexidade espacial. Uma vez realizados os testes e comprovada a eficácia da metodologia proposta, o procedimento pode ser adotado em outras áreas urbanas que, certamente, apresentarão complexidade menor que Ouro Preto, cidade Patrimônio da Humanidade e palimpsesto de tantas etapas da formação urbana brasileira.

A conclusão dos estudos coincidiu com um momento extremamente delicado para a cidade de Ouro Preto, pois o título de "Patrimônio da Humanidade" está sendo questionado, tendo em vista a falta de cuidados básicos com o acervo existente, a falta de planejamento urbano em amplo senso e, sobretudo, à crescente descaracterização do conjunto paisagístico. Ouro Preto hoje é, na verdade, patrimônio em alto risco.

É promovida ampla análise urbana com o objetivo de caracterização da realidade existente, questiona a distribuição de serviços e infra-estrutura, avalia a adequabilidade do Plano Diretor em

vigência e dá muitos indicativos de potencialidades e restrições existentes. A partir da análise urbana organizada, é totalmente possível promover novas políticas de controle urbano, segundo diferentes objetivos. Entre as propostas metodológicas desenvolvidas destaca-se o estudo de eixos visuais, que é um roteiro inédito e inovador, cujo objetivo é indicar o grau de visibilidade ao longo do conjunto urbano, além de permitir a simulação visual dos novos projetos de intervenção.

O presente trabalho enfrentou os desafios de adotar sistema matricial de representação e análise de dados, o que ainda não é o padrão mais adotado nos estudos assistidos por Sistema Informativo Geográfico, e comprovou que, mesmo na complexidade e na escala de detalhe da análise urbana, o sistema atende bem a seus propósitos. Para que o estudo fosse realizado a contento, foi necessário criar metodologia de conversão de representação de dados (do vetorial para o matricial, e das transformações dos modos de implantação pontual, linear e zonal).

O estudo, tanto na escala de planejamento urbano como de gestão do patrimônio arquitetônico e urbanístico, incorpora os valores dos eixos visuais e da paisagem que dá caráter à cidade. A proposta construída resgata conceitos da geografia da percepção e propõe modo de análise dentro de critérios reproduzíveis, aplicáveis em diferentes situações, saindo do subjetivismo que sempre marcou a questão do valor do olhar na paisagem.

A incorporação da navegação virtual em toda a cidade e em áreas de interesse específico para a implantação de intervenções é mais uma forma de trazer o olhar do usuário; representado por técnicos do patrimônio, comunidade e projetistas que atuam na cidade. Ao escolher a navegação fotográfica, e não somente cartográfica, o objetivo é a utilização de uma linguagem que não seja uma decodificação só totalmente compreensível para quem domina o código cartográfico, mas sim a adoção de linguagem próxima ao olhar humano. O olhar humano é promovido pelo uso da escala humana em diferentes sentidos: as fotografias reproduzem a visão azimutal, enquanto os mapas são representações zenitais; as tomadas de fotos são realizadas na altura e no deslocamento natural do observador, e não de processos remotos e ortogonais ao nível da terra como as fotografias aéreas; e o conjunto da navegação virtual incorpora a quarta dimensão.

A quarta dimensão, também conhecida como a dimensão tempo, é representada de suas maneiras: na justaposição de eixos visuais compostos pelo deslocamento do olhar do observador e nas simulações das conseqüências, no tempo, das intervenções no conjunto paisagístico. No primeiro caso, acredita-se que as representações bidimensionais e tridimensionais (mapas, plantas, seções e modelos digitais de elevação) não são suficientes para a compreensão da complexidade paisagística urbana. Assim, a navegação incorpora somatório de olhares que farão o observador sentir-se imerso no conjunto, criando vínculos entre sua bagagem de informações mentais e a representação virtual do espaço.

Tempo e espaço serão mais bem representados e, conseqüentemente, mais bem analisados no sistema aqui proposto. A representação é diacrônica e sincrônica, pois informa as mudanças no tempo e promove a visão simultânea de diferentes informações (mapas, dados, documentos, processos de análise) sobre as intervenções no conjunto.

A adoção de geoprocessamento com diferentes ferramentas de representação e de análises urbanas, traduz o desejo de incorporação de leitura complexa da realidade e de associação entre análise assistida por abordagem sistêmica e julgamento visual do usuário, dentro da lógica humana natural de criação de relações entre bagagem de imagens mentais armazenadas na memória e realidade espacial representada de modo virtual.

Finalmente, é necessário destacar que a cidade de Ouro Preto irá dispor de complexo acervo de dados e de análises conforme diferentes objetivos. A partir desta abordagem, que consideramos inicial, novas relações podem ser identificadas e incorporadas à caracterização do espaço urbano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAPRA, M. **Aplicações da Realidade Virtual na Modelagem Digital de Terreno**. Orientador: Jorge Luís Nunes e Silva Brito. Rio de Janeiro: IME - Instituto Militar de Engenharia, 2000, 143p. (Dissertação de Mestrado).
- _____, SAMPAIO, A. C. **VRML na Cartografia: estudo de caso de compatibilização de arquivos**. Rio de Janeiro: IME - Instituto Militar de Engenharia, 2000. (Mídia CD-rom).
- CHAVES, J. B. A. **Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED): Conceitos e Aplicações**. Orientador: Dagoberto Guimarães Neto. São Paulo: FATEC - Faculdade de Tecnologia de São Paulo, 2000, 56p. (Monografia de Graduação).
- CHORLEY, J., HAGGET, P. Models, Paradigms and the New Geography. In.: _____. **Integrated Models in Geography**. London, Methuen, 1962, p.9-41.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Edgard Blucher, 1999, p. 1-75.
- COSTA, A. M., et al. **Realidade Virtual**. Campinas: Unicamp, 2002, 53p. Disponível Internet via www.dca.fee.unicamp.br/cursos/IA368F.

COWEN, D. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? In.: Peuquet, D., Marble, D. **Introductory readings in Geographic Information Systems**. London: Taylor & Francis, 1990, p.52-61.

FRACCAROLI, C. **O fenômeno da forma e sua relação com o fenômeno artístico; o problema visto através da Gestalt (psicologia da forma)**. São Paulo, FAU-USP, 1982, 32 p.

GOYA, D. Não basta ter conteúdo. **PC World On Line**, 23/05/2002. Disponível na Internet via pcworld.tera.com.br/pcw/testes/redes_soft/0010.html.

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

_____, Rocha, C.H.B. **Desmistificando os aplicativos Microstation: guia prático para usuários de geoprocessamento**. Petrópolis, Os Autores, 2001, p. 231-271.

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

_____, **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003, 294p.

NASCIMENTO et al. Ouro Preto hoje - a opção pelo patrimônio cultural. In.: Zanchetti, S. et al. **Estratégias de Intervenção em Áreas Históricas: Revalorização de Áreas Urbanas Centrais**. Recife: UFPE, 1995, p. 157-167.

PRONI, D., WEISMAN, T. **The VR Worx; Integrated Authoring Environment for QuickTime VR**. Pittsburgh: VR Toolbox Inc, 1999, 255 p.

SOUZA, M.L. **Mudar a cidade; uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002, 560 p.