
GEOTECNOLOGIAS NA INTERPRETAÇÃO DA PAISAGEM E GESTÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL

ANA CLARA MOURÃO MOURA

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Instituto de Geociências - IGC
Departamento de Cartografia, Belo Horizonte - MG
anaclara@ufmg.br

RESUMO - Estudo de aplicações de recursos de geoprocessamento em planejamento urbano de áreas históricas e na gestão do patrimônio arquitetônico e urbanístico, e no planejamento da paisagem e gerenciamento do patrimônio natural. Enfoca como exemplo o caso de Ouro Preto, Minas Gerais, cidade Patrimônio da Humanidade, e as atividades mineradoras no estado de Minas Gerais, em exemplos de mineração de ferro a céu aberto nas minas do Pico do Itabirito e de Capão Xavier, da empresa MBR, hoje Vale do Rio Doce. Desenvolve roteiro metodológico de aplicação de estudos de eixos visuais, navegação virtual e simulação de transformações nas paisagens urbanas e ambientais. Aborda estudos em quarta dimensão, a dimensão tempo.

ABSTRACT - The study of geoprocessing resources applied to urban planning of historical areas, architectural and urban heritage management, and landscape planning and heritage management. It focuses on the city of Ouro Preto in the state of Minas Gerais, which has been granted world heritage status, and on mining activities in the state of Minas Gerais, in examples of open pit iron ore mining as Pico do Itabirito mine and Capão Xavier mine, from MBR – Vale do Rio Doce. It develops a methodological plan on the application of studies on visual axis, virtual navigation, and simulation of urban and landscape transformations. It focuses on the use of the fourth dimension, the time dimension.

1 INTRODUÇÃO

O termo Geoprocessamento, surgido do sentido de processamento de dados georreferenciados, significa implantar um processo que traga um progresso, um andar avante, na grafia ou representação da Terra. Não é somente representar, mas é montar um sistema e associar a esse ato um novo olhar sobre o espaço, um ganho de conhecimento, que é a informação.

Observa-se hoje uma grande difusão do SIG na produção de inventários e apoio à prática do planejamento, uma vez que permite a definição física e a análise quantitativa dos componentes ambientais, mesmo análises qualitativas, atribuindo pesos às características identificadas dentro de uma escala de valores estabelecida. Tem-se tornado o principal instrumento de planejamento de exploração mineral e gestão da recuperação ambiental por possibilitar um retrato mais fiel da complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas (do ponto de vista geológico, econômico, logístico, entre outros).

Entre os recursos disponíveis no geoprocessamento e no emprego das geotecnologias,

temos produzido produtos que se destinam à comunicação visual interativa de áreas de diversos interesses, desde o ambiental até o histórico e turístico, além de simulação de intervenção na paisagem. A sensação é de inserção na paisagem, pois o produto final explora efeitos de campo de visada do observador e de seu posicionamento no espaço.

Já desenvolvemos experimentos de aplicação de recursos de Geoprocessamento e Realidade Virtual no desenvolvimento de aplicativo para a promoção de Simulação de Intervenção na Paisagem em minas de ferro a céu aberto (Mina de Capão Xavier – Nova Lima e Mina do Pico – Itabirito, áreas de exploração mineral da empresa MBR - Minerações Brasileiras Reunidas, Grupo CAEMI, controlada integral da CVRD) e em vários exemplos de gestão da paisagem urbana de Ouro Preto – Minas Gerais, para apoio a atividades do IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.

A área da Mina do Pico é de grande importância para o patrimônio paisagístico do Estado de Minas Gerais e do Brasil, uma vez que o Pico do Itabirito era referência de localização para os primeiros desbravadores do território mineiro, tendo sido retratado por naturalistas e historiadores. Desde 1989 o Pico do Itabirito é tombado

pelo IEPHA - Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico - como patrimônio paisagístico, o que justifica a aplicação de técnicas de geoprocessamento dos estudos de seu entorno e de sua recuperação.

Localizada nas margens da BR040, que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro, e nas proximidades do bairro Jardim Canadá, em Nova Lima, a mina de Capão Xavier é considerada a última grande reserva de minério de ferro de alta qualidade no entorno da capital mineira. A mina entrou em operação em junho de 2004, precedida por complexos estudos de impactos ambientais, entre os quais se abordou a questão da transformação da paisagem. O objetivo era construir visão do que seriam as etapas de lavra na composição da paisagem, assim como promover estudos que apoiassem as escolhas sobre localização de atividades e de recuperação da cava paralelamente ao processo de exploração.

Localizada no município de Itabirito, próximo à rodovia BR356, que liga Belo Horizonte a Ouro Preto, na borda leste do Sinclinal de Moeda, a mina do Pico se encontra aos pés do Pico do Itabirito, importante referência geográfica, histórica e econômica para Minas Gerais. Tombado como patrimônio nacional desde 1962, e pelo patrimônio estadual desde 1989, o pico está fortemente vinculado à paisagem mineira desde a chegada dos primeiros bandeirantes na região, que se deslocavam no território usando-o como marco referencial de localização. Além da função de orientação, o pico se incorporou à paisagem como valor de mineiridade, pois está associado, nos mapas mentais, à região das minas de ouro. O valor do minério extraído do pico foi tão expressivo que dele veio o nome “itabirito”, pois inicialmente a região se chamava Itabira do Campo. Rosière et al (2005) assim descrevem a caracterização e importância do Pico:

“O Pico de Itabirito apresenta-se como cenário singular no contexto geológico do Quadrilátero Ferrífero. Em função desta realidade, o IPHAN tombou em 1962 este marco geológico e seu entorno como conjunto paisagístico, tendo o espaço histórico da ocupação mineira como justificativa central. A região do Pico de Itabirito apresenta também uma história geológica extremamente rica, que leva a discussões no meio geológico e que merece ser resgatada e traduzida para os demais segmentos da sociedade, sendo também a localidade – tipo do termo itabirito introduzido pelo geólogo e metalurgista alemão W. L. von Eschwege.”

Por outro lado, Ouro Preto, cidade Patrimônio da Humanidade pela Unesco desde 1980, é interessante área-piloto para aplicação das metodologias de análise e gestão da paisagem urbana 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.

Estudar 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.

As transformações na paisagem em função da mineração fazem parte do cotidiano e dos mapas mentais do mineiro que vive na região do Quadrilátero Ferrífero, pois a ocupação do território sempre esteve atrelada a esta atividade. Reconhecendo o território como um palimpsesto de formas que registram a passagem do homem sobre a Terra, não se pode dizer que uma época da história seja mais importante que outra, mas o conjunto deve manter os registros dos diferentes olhares que fizeram parte da ocupação mineira. Diante da importância de atuar na paisagem com consciência, para que ela seja um livro de registros de valores de diferentes épocas, podem-se utilizar recursos de geoprocessamento para as simulações de intervenção na paisagem e atuar em estudos preditivos desta transformação.

Após nos envolvermos muito intensamente nos estudos de representação da paisagem com vistas a apoiarmos tomadas de decisão na gestão e preservação cultural, observamos uma grande dificuldade dos usuários, de modo geral, na leitura de produtos cartográficos e, o mais importante: na observação da paisagem. Através de entrevistas verificamos que os usuários, mesmo aqueles que atuam nas áreas das ciências espaciais, têm dificuldades na formação de mapas mentais sobre a paisagem que os cerca.

Nesse sentido, foi nosso interesse desenvolvermos estudos sobre a comunicação cartográfica e a percepção da paisagem, para que pudéssemos propor mecanismo de redução da dificuldade de reconhecer, interpretar e representar a paisagem. O argumento se baseia no fato de que é preciso conhecer para preservar. Qualquer tentativa de planejamento e gestão da paisagem será de pouco retorno se a comunidade continuar com “olhos que não vêem”. É nossa proposta promover a produção de produtos cartográficos comunicativos sobre a paisagem do Quadrilátero Ferrífero, região onde está inserida a UFMG, de modo a dar apoio aos professores do Instituto de Geociências em trabalhos de campo e atuação na região.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo relatar um roteiro metodológico desenvolvido para a construção de simulações de intervenções na paisagem, com o apoio de técnicas de captura, tratamento e representação de dados digitais sobre o ambiente. A questão norteadora foi a consideração de olhar do usuário, do ponto de vista de posicionamento no território e de elaboração de produtos de forte apelo de comunicação gráfica. Assim, foram incorporados recursos de cartografia digital 3D e Navegação Virtual, para que o usuário se sentisse imerso no ambiente representado e recebesse como veículo de comunicação representações mais próximas de seus mapas mentais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 O conceito de paisagem

A classificação das áreas segundo o valor para o conjunto cênico está relacionada ao sentido de "*genius loci*", que significa o "espírito do lugar", pois os espaços mais dotados da essência do que representa um ambiente são os importantes para uma comunidade. O termo "*genius loci*" foi proposto por Norberg-Schulz (1975) para denominar o caráter especial de um espaço, baseado em elementos naturais, expressões culturais e interação cultura e meio-ambiente.

A identificação de características e lugares simbólicos do espaço dos ambientes naturais e construídos, assim como a utilização desses conceitos no planejamento, iniciou-se na década de 60, com os estudos de comportamento ambiental. Desta época, merece destaque o trabalho de Lynch (1960), "*The image of the city*", no qual são apresentados os conceitos de legibilidade, identidade e unicidade, que são características que fazem do espaço um lugar especial, dotado de caráter próprio. Naquela época foi construído o conceito, mas não existiam técnicas para apoiar a representação e a análise da paisagem.

Assim, diante do reconhecimento do valor da paisagem, a metodologia aqui apresentada desenvolvida parte da escolha de pontos de visada em campo que traduzam a síntese do ambiente, ou seja: se fosse necessário escolher um ou alguns pontos para representarem a visão de uma paisagem, quais seriam eles? Quais seriam capazes de retratar em síntese o *genius loci*, a identidade de uma paisagem?

2.2 Metodologia de interpretação da paisagem por eixos visuais e navegação virtual

O objetivo da análise é a construção de mapa que classifique os diferentes segmentos de uma paisagem segundo o grau de visibilidade. Através da classificação, é possível responder às questões: De uma localidade no espaço, o que é visto? De onde é vista uma localidade no espaço?

No estudo de caso da Mina de Capão Xavier, foram identificados os pontos do território de onde a intervenção seria mais visível, neste caso contando com sugestões de técnicos e de conhecedores da área. Uma vez identificados os pontos de visada, foram gerados mapas com as manchas das superfícies visíveis, pois estas respostas dariam subsídios para escolhas, por exemplo, de localizações de cortinas de vegetação e posicionamento de outros elementos amenizadores do impacto visual.

Foi gerado modelo digital de elevação da região de estudo, assim como das minas nas diferentes etapas de lavra. A topografia da área foi cuidadosamente analisada, o que foi auxiliado por modelos em 3D e por estudos de efeitos de sombras em diferentes horas do dia, conforme ilustrado na *Figura 1*. Nos pontos de visadas escolhidas, foram fixadas as alturas do observador, colocado a 1.70 m acima do piso. A partir deles, foram identificados os alcances visuais possíveis, pela definição dos divisores de água, e foram traçados perfis topográficos em direção a esses limites. Conforme demonstrado na *Figura 2*, os perfis foram traçados em eixos radiais a cada 6 graus a partir do ponto de visada.

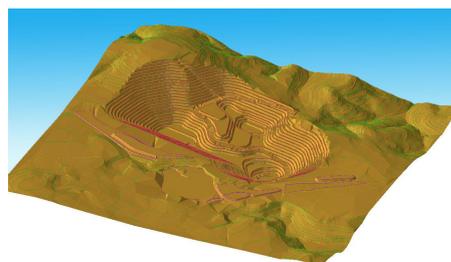


Figura 1 - Mina no pit final

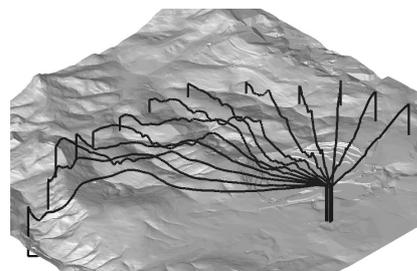


Figura 2 - Alguns perfis traçados a partir de um ponto de visada

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), conforme exemplificado na *Figura 3*. 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, conforme retratado na *Figura 4*.

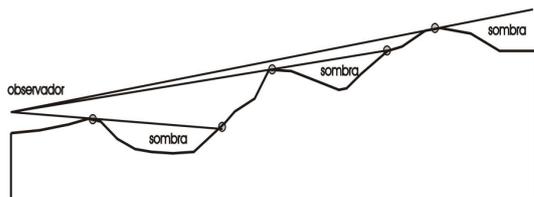


Figura 3 – Interseções entre planos zenitais e perfil.

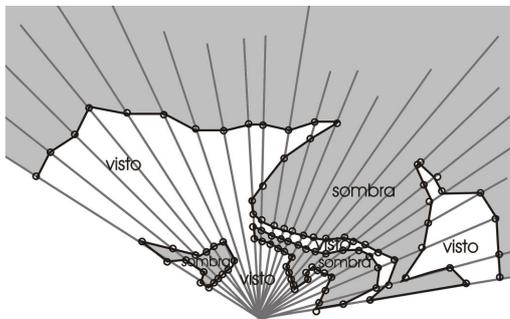


Figura 4 – Áreas visíveis e não-visíveis.

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.

Os estudos de eixos visuais e de navegação virtual pelo espaço de estudo resgatam o valor do olhar nas análises urbanas. Acreditamos que nossa proposta metodológica possa incorporar esse valor na gestão e planejamento urbanos. Hissa (2002, p.187) desenvolve a questão do olhar resgatando o valor da percepção do uso, dos lugares simbólicos, muitas vezes difíceis de serem mensurados: "*Espaço e território são imagens, visuais e não visuais. Formas, volumes e fluxos. Processos visíveis e invisíveis. Mas as imagens não são produto exclusivo das estruturas visuais, com as quais se tem contato direto. Elas também são processadas através de experiências cotidianas desenvolvidas ao longo da história, a partir de vários olhares que ultrapassam e exclusivamente "visual".*"

A soma dos vários mapas de visibilidade, gerados por diferentes pontos de observação, produz o Mapa Síntese de Eixos Visuais, indica o grau de visibilidade de cada segmento do espaço analisado.

Quando o trabalho é feito a partir de modelos topográficos, ele corre o risco de ignorar elementos construídos da paisagem, como os grandes edifícios e monumentos. Contudo, hoje este problema é resolvido com a aplicação de produtos obtidos por captura laser do ambiente, que resultam na geração de modelos digitais de elevação e não somente modelos digitais topográficos.

2.3 Metodologia de simulação de intervenção na paisagem

O objetivo é realizar a inserção de uma transformação na paisagem com a aplicação de uma metodologia baseada em critérios reproduzíveis, ou seja: que se possa afirmar com segurança, diante de estudos preditivos, qual será o resultado de uma intervenção no ambiente. Tem como objetivos responder às questões: Como mensurar o valor da paisagem? Como prever as consequências de uma intervenção no conjunto paisagístico? Como ter critérios reproduzíveis para analisar a paisagem?

Segundo Moura (2003), a simulação das intervenções na paisagem permite que órgãos de controle ambiental ou institutos de proteção ao patrimônio histórico julguem com maior segurança novos projetos. O procedimento facilita, sobretudo, o diálogo entre os diferentes segmentos da sociedade, entre os quais estão os técnicos, os administradores e os moradores de uma região. Em desenhos de plantas, cortes, ou mesmo perspectivas isoladas da paisagem, é muito difícil perceber o real impacto da intervenção no conjunto paisagístico; mas pela simulação do encaixe do volume no conjunto, é possível julgar sua adequabilidade.

3 RESULTADOS

3.1 Estudo de caso da Mina do Pico - Itabirito

O estudo de caso da Mina do Pico, em Itabirito, aplicou a metodologia com o objetivo de simular as possibilidades de recuperação da cava próxima ao pico, pois a exploração nesse ponto está sendo concluída e serão iniciadas novas etapas de exploração na região. Como contrapartida ambiental, a empresa responsável irá recuperar a paisagem da cava e criar um parque na área. Na *figura 7* observa-se o pico e a área da cava a ser recuperada, e na *figura 8* a visão aérea no Pico, com destaque para o limite de tombamento.

A primeira etapa de trabalho foi composta pela modelagem digital de elevação da área a partir de curvas de nível geradas pela captura laser, o que resultou em representação de alta resolução da paisagem da área. Em seguida, foram estudados os modelos de representação da área segundo vários pontos de visada, objetivando o reconhecimento de sua constituição topográfica e paisagística. Estes estudos serviram, também, como apoio para a definição dos estudos de recuperação da cava.

Como o objetivo da simulação é estudar as possibilidades de transformação de uma paisagem, constitui etapa fundamental a busca de representações da área anteriores à atividade mineradora. Foram obtidas duas imagens: um desenho de F.J. Stephan (1840), Litografia de A Brandmeyer, (In Martius, 1906) e uma fotografia do acervo do IEPHA. Foram então realizados trabalhos de campo com o objetivo de identificar a posição de onde estas imagens foram registradas,

chegando à conclusão de que os pontos de visada eram os nomeados como P2 e P3 no conjunto (Figura 9).



Figura 7 – Vista do Pico - Ikonos, 2005



Figura 8 – Limite de tombamento (Rosière et all, 2005)

Uma vez identificadas as posições das imagens na paisagem, foram conferidas as posições de representação e estudados os contatos entre a encosta existente e o pico, e a encosta minerada e o pico, conforme pode ser observado nas figuras 10 e 11, tanto para a localização P2 como de P3.

Foi então estudado no modelo digital de elevação a exata posição x/y/z de onde estava o observador, tanto na produção do desenho e da foto, como das fotografias recentes da cava. O objetivo era colocar o modelo em condições de se iniciar as simulações de intervenção na paisagem e já aplicá-las em uma visão que permitisse o acompanhamento das propostas de transformação. Assim, na figura 12 observa-se o encaixe do modelo na fotografia da realidade em P2, e o mesmo procedimento foi feito para P3.

Nesta etapa, foram iniciados estudos de recomposição da cava e da encosta, simulando diferentes possibilidades de transformação da topografia.

Houve uma preocupação na composição das texturas de representação de superfícies, de modo a garantir um tratamento gráfico o mais real possível. Foi empregada modelagem fractal da textura, na escolha de grãos e cores, com o apoio do aplicativo Bryce.

Foram propostos dois cenários possíveis para recuperação da cava, sem prejuízo para outras idéias que possam ainda surgir e que terão condições de serem

também simuladas na paisagem. Na figura 13 está o exemplo no P3 (desenho de F.J. Stephan) com a situação hoje, na figura 14 é representada a simulação de recuperação da área por preenchimento da cava e revegetação da encosta, e na figura 15 está simulada a recuperação somando também a recomposição da encosta e revegetação do conjunto.

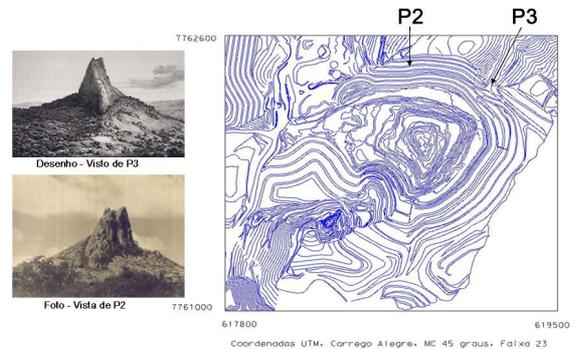


Figura 9 - Desenho visto de P3, por F.J. Stephan (1840), In.: Martius (1906); Foto do acervo IEPHA vista de P2; planta topográfica da área com os pontos de visada retratados.

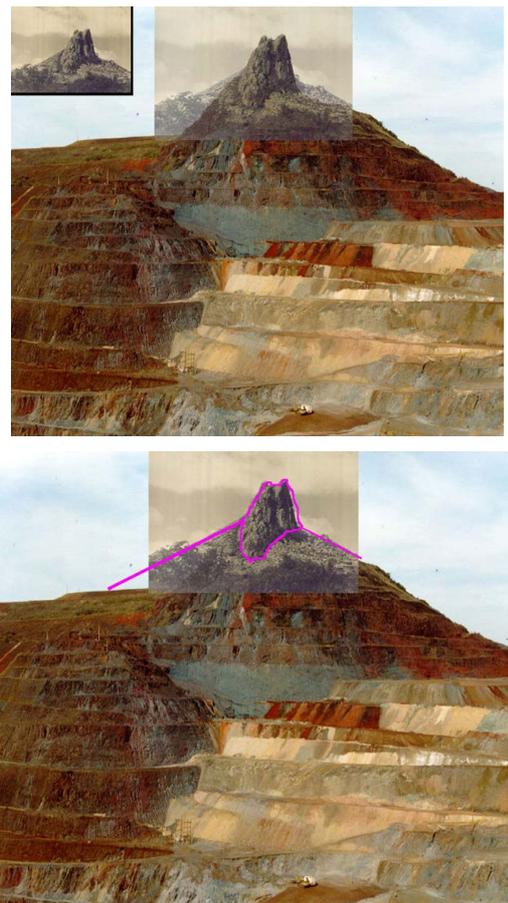


Figura 10 – Ponto 2 – Encaixe da foto na posição.

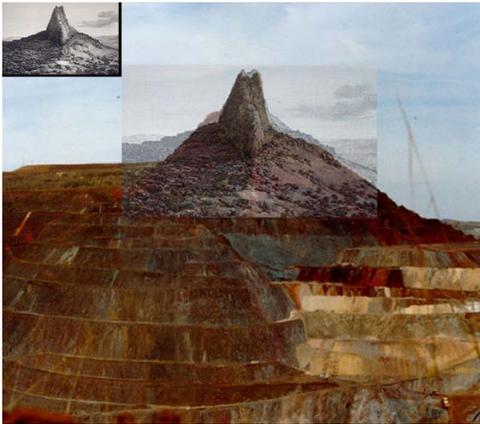


Figura 11 – Ponto 3 – Encaixe do desenho na posição.

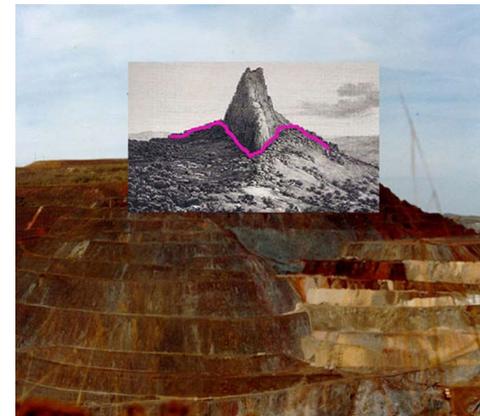


Figura 12 – Ponto 2 - encaixe do MDE na posição da fotografia e MDE para os estudos de simulação.



Figura 13 – Visualização do Ponto 3 na situação atual



Figura 14 – Simulação de recuperação por preenchimento da cava e revegetação da encosta



Figura 15 – Simulação de recuperação por recomposição da encosta e revegetação do conjunto.

3.2 Estudos de caso em Ouro Preto

São estudados os projetos de intervenção na paisagem em CAD 3D. Para as simulações promovidas em Ouro Preto também foi gerado o Modelo Digital de Terreno, seguido de georreferenciamento do projeto de intervenção na paisagem, desenhado em 3D. São calculados os pontos de maior visibilidade da intervenção do conjunto, para construção da simulação. (Figuras 16 a 18).

É então realizada a foto-inserção, nos mesmos procedimentos explicados no estudo em mineração, justaponto a imagem fotografada à exata georreferência, campo de visada e ângulo de observação ao modelo digital de elevação. A partir do encaixe, é simulada a intervenção na paisagem, como pode ser visto em dos pontos da Capela Velório em Ouro Preto (Figura 19). Com a simulação o projetista pode ajustar a proposta, como na Capela Velório em Ouro Preto (Figura 20).



Figura 16 – O projeto

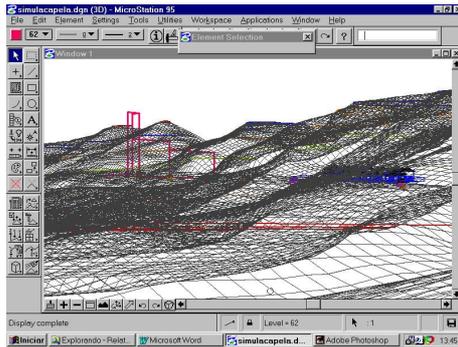


Figura 17 - Modelo Digital de Elevação

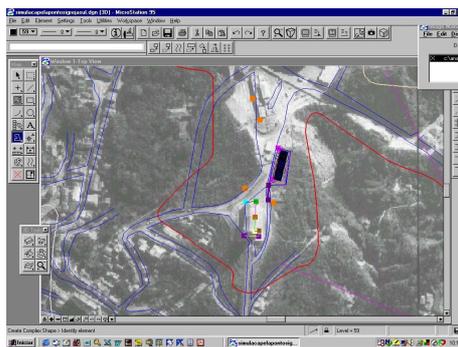


Figura 18 - Georreferenciamento



Figura 20 – Projeto implantado a partir dos ajustes indicados pela simulação– Capela Velório

4 DISCUSSÃO

Observamos que muitos dos nossos esforços para representarmos a paisagem e para apoiarmos o desenvolvimento da consciência sobre o valor da paisagem esbarravam na dificuldade dos usuários em perceberem e identificarem e representarem seus espaços vivenciais. A formação de mapas mentais, a construção do olhar sobre a paisagem, não é presente em muitos grupos de usuários. Assim, após aplicação de recursos avançados de geotecnologias, tomamos a decisão de investirmos nas bases: no ensino sobre a paisagem. estamos lançando um conjunto de dados sobre o Quadrilátero Ferrífero, região de muita importância como referencial dos mapas mentais dos mineiros. Os dados estão organizados em modelos digitais de elevação, trabalhados com princípios de comunicação visual e localização de pontos notáveis da paisagem, de modo a facilitarem a associação entre paisagem real, paisagem percebida e paisagem representada (Figura 21).



Figura 19 – Simulação de intervenção em um dos eixos de visada – Capela Velório

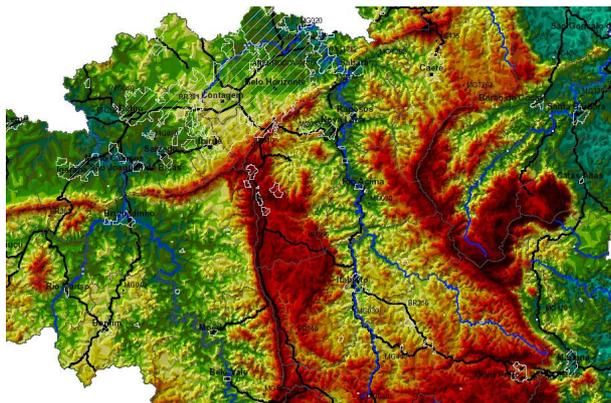


Figura 21 – Exemplo de trecho do Modelo Digital de Terreno do Quadrilátero Ferrífero-MG

5 CONCLUSÕES

As aplicabilidades da metodologia aqui apresentada são muitas, desde os estudos ambientais, até os estudos urbanos. Já foram produzidas experiências em áreas urbanas e em áreas de mineração. Do ponto de vista do apelo da comunicação, as representações basearam-se em tratamento gráfico da informação, objetivando que as imagens se assemelhassem à realidade. A técnica empregou recursos de cartografia digital 3D e modelagem de elevação, explorou a composição fractal de texturas, e promoveu ainda a montagem de uma navegação virtual na área de estudo, que pode ser conhecida em apresentações públicas do trabalho. Os produtos elaborados são bases para decisões de projetos e avaliação dos possíveis caminhos nas transformações de uma paisagem.

REFERÊNCIAS

LYNCH, K. **The image of the city**. Massachusetts: M.I.T. Press, 1961. 202 p.

MARTIUS, C.F.P. 1906. **The journey of von Martius - Flora Brasilienses**, Editora Index, 1966.

MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte, Ed da autora, 2003. 294 p.

NORBERG-SCHULZ, C. **Genius loci**. Barcelona: H. Blume, 1975. 213 p.

ROSIÈRE, et all. 2005. Pico de Itabira, Minas Gerais – **Marco estrutural, histórico e geográfico do Quadrilátero Ferrífero**. In.: Winge, M. Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S., (Edit.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM - SIGEP.