

DEMARCAÇÃO DO TRAÇADO E DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS DE GEOPROCESSAMENTO PARA O PROJETO ESTRADA REAL

**Renata Hungari
Ana Clara Mourão Moura
Charles Rezende Freitas
Ana Maria Coimbra Carneiro
Vladimir Diniz Vieira Ramos
Sheyla Aguilar de Santana.**

**Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Cartografia e Cursos de Turismo, Geografia e Engenharia Civil**
Av. Antônio Carlos 6627 Pampulha cep 31270-901 Belo Horizonte/MG
renata.hungari@gmail.com
anaclara@ufmg.br
charlesrf@ufmg.br
anamariacoimbra@yahoo.com.br
vladbh@terra.com.br
shesantana@hotmail.com

ABSTRACT

“Estrada Real Project” aims at motivating the knowledge of the tracks followed by the first travelers in Brazil. They would departure from Rio de Janeiro coast and headed for the gold production areas in the State of Minas Gerais. As part of the project, it is important to organize a cartographic and alphanumeric database about the occurrence of the infrastructure, space for visitation and natural characteristics. This is the goal of the partnership between UFMG and DER/MG.

The work is focused on the development of geo processing applicative with the database collection in the field, representation of this data, assembling of the SIG addressed to tourism management and Virtual Navigation for tourism marketing. The collection of information generated with this work, makes the diagnostic and prognostic analysis possible. This analysis is an important tool for the territorial management.

The users and the tourism managers will receive the first prototype related to one region of 22.500 square kilometers, corresponding to Ouro Preto region. This represents the methodological model that has been tested to be followed in other seven regions in the State of Minas Gerais composing all Estrada Real.

Keywords: Estrada Real – Royal Road, Geoprocessing, and Geographic Information System.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta o Sistema Informativo Geográfico para o Projeto Estrada Real, um dos maiores projetos turísticos de Minas Gerais e do Brasil, desenvolvido com intuito de fornecer uma ferramenta perspicaz ao Planejamento e a Divulgação deste Produto Turístico. Nomeia-se Estrada Real o caminho que ligava os municípios de produção aurífera e de diamante do Estado de Minas Gerais aos portos de Parati (SP) e Rio de Janeiro (RJ). A utilização obrigatória deste percurso facilitava a fiscalização de todo ouro e diamante extraídos da colônia, evitando assim que estes fossem extraviados.

O Projeto Estrada Real surgiu com o intuito de resgatar a história deste trecho e formatá-lo como produto turístico. Para isto, tornava-se indispensável o planejamento da atividade turística tanto do projeto como um todo, quanto nos âmbitos regional e municipal. Visando ampliar as possibilidades de planejamento, gestão e divulgação, foi implantado no Instituto Estrada Real, órgão criado para promover o surgimento e crescimento do produto, um projeto de geoprocessamento, que atuará como ferramenta para o desenvolvimento destes processos.

Com este intuito, formou-se a parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e o Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG, cabendo ao DER a demarcação da estrada em campo e colocação de totens em lugares julgados estratégicos pelo Instituto Estrada Real/FIEMG. Já a UFMG fica responsável pelo desenvolvimento de uma metodologia de geoprocessamento para toda Estrada, visando não somente planejadores e gestores de turismo, como também os turistas. Como parte de desenvolvimento da metodologia, fica a cargo da UFMG o lançamento de um protótipo, que comprovaria a eficiência prática do projeto desenvolvido.

O Projeto de Geoprocessamento para a Estrada Real contempla desde a coleta de dados em campo até o tratamento e representação destes dados, a montagem de um Sistema Informativo Geográfico destinado ao planejamento e gerenciamento do turismo na região, e a montagem de um sistema de Navegação Virtual para fins de marketing turístico. Como parte do projeto, é fundamental a organização de um banco de dados cartográfico e alfanumérico sobre as ocorrências de serviços, infra-estrutura, espaços de visitação e características naturais. A coleção de informações geradas possibilita análises diagnósticas e prognósticas, o que constitui instrumento fundamental no gerenciamento territorial.

Além da divulgação, a montagem deste SIG também visa o planejamento, já que as características geofísicas, sócio-culturais e turísticas da região estarão espacializadas de forma que se amplie o seu entendimento global. O cruzamento destas informações permitirá a criação de novos dados, gerando maior conhecimento do nosso espaço real e apoiando a visualização de cenários futuros. Conhecer o território de intervenção em sua complexidade, possibilitando diferentes interpretações de modo ágil, constitui recurso fundamental na tomada de decisões.



Figura 1: Estrada Real. Fonte: Descubraminas.

O termo Geoprocessamento, associado ao processamento de dados georreferenciados, significa implantar um processo que traga 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. (MOURA, 2001)

Já o SIG – Sistema Informativo Geográfico consiste na aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados. Um SIG, a partir da análise e manipulação de dados já existentes, é capaz de gerar novas informações e não somente recuperar dados e gerar relatórios. Os SIGs trazem grande evolução no processamento de dados, uma vez que, além de analisar as informações de acordo com sua organização espacial, também permitem a atualização rápida e eficaz do sistema, trazendo maior produtividade e economia para seus usuários.

2 DESENVOLVIMENTO DE UM SIG PARA A ESTRADA REAL

A organização de um SIG para a Estrada Real, feita em parceria entre DER/MG e UFMG, visa à organização, coleta e cruzamento de informações que pudessem caracterizá-la em seus aspectos ambientais, econômicos, culturais, sociais e turísticos. A interpretação destas informações deverá ser realizada pelos gestores municipais, com o auxílio do corpo técnico do projeto, de acordo com o objetivo desejado.

O papel da UFMG é de estabelecer a metodologia para o desenvolvimento do projeto, usando como base uma das oito microrregiões que compõem o produto. Desta forma, fica a cargo do DER o prosseguimento do projeto e aplicação da metodologia desenvolvida em outras regionais.

A regional eleita para o desenvolvimento da metodologia de trabalho foi a de Ouro Preto, composta pelos municípios de Ouro Preto, Mariana, Itabira, Sabará, Taquaraçu de Minas, São Gonçalo do Rio Abaixo, Rio Piracicaba, Acuruí, Alvinópolis, Acaiaca, Piranga, Jeceaba, Moeda, Belo Vale, Congonhas, Itabirito, Bela Vista de Minas, Bom Jesus do Amparo, Ouro Branco, Rio Acima, Raposos, Nova Lima, Caeté, Santa Luzia, Santa Bárbara, Catas Altas, e Barão de Cocais.

Como o geoprocessamento torna possível ampliar conhecimento sobre a realidade de intervenção, o desenvolvimento deste projeto se mostra de suma importância para o planejamento do desenvolvimento da Estrada Real. Sabendo-se que o turismo trata basicamente do deslocamento de pessoas, é comum buscar entender melhor o território em que ele se insere. Através do estudo do espaço turístico, podemos definir os melhores roteiros para o turista, facilitar a geração de mapas mentais pelo turista e traçar os locais mais interessantes para a realização de investimento em infraestrutura turística. Conhecer e organizar espacialmente cada uma de suas variáveis é o primeiro passo rumo à sustentabilidade de qualquer atividade econômica. Para a realização do sistema de Geoprocessamento para a Estrada Real seguimos as seguintes etapas:

- Definição dos objetivos no uso do sistema, através da realização de entrevistas com os possíveis usuários deste produto, visando identificar os objetivos e necessidades do público-alvo, orientando a coleta e a organização da base de dados de acordo com as aplicações desejadas.
- Coleta, processamento, organização e padronização da base de dados já existentes (como imagens de satélite, fotografias áreas ortocorrigidas, cartas hidrográficas e topográficas, banco de dados alfa numérico, entre outros).
- Coleta de dados em campo, como, por exemplo, a localização e características da infraestrutura turística.
- Organização de um SIG que possibilita o cruzamento de variáveis e aplicativos de rede.

Detalhamento das etapas do projeto:

1) Demarcação do Eixo da Estrada Real:

A definição da localização do eixo da Estrada foi realizada pelo IER, que o definiu a partir de pesquisas em fontes históricas confiáveis. Já na definição dos municípios que compõem o Projeto foram escolhidos aqueles que fizeram parte do ciclo do ouro ou do diamante, ou até mesmo aqueles que apresentam grande potencial de turistificação e se localizavam ao longo do percurso.

Com a finalidade de criar uma referência de localização do eixo de Estrada Real, e um estímulo para sua visitação, o IER decidiu pela implantação de marcos ao longo do caminho, materializados na forma de totens. A definição da localização do eixo seguiu os objetivos específicos de incentivo à visitação turística. Assim, tendo em vista a promoção de caminhadas, cavalgadas e ciclismo, decidiu-se pela demarcação prioritariamente em caminhos não asfaltados, marcados por expressivo conjunto paisagístico, e que estivessem dentro do conjunto de eixos que conformam o grande tronco da Estrada Real.

A identificação e materialização dos marcos, através da colocação de piquetes, foram realizadas através da utilização de odômetro e de GPS Diferencial. Utilizando o mesmo procedimento metodológico que é empregado na demarcação de quilometragens em estradas, o quilômetro zero de cada trecho é sempre a saída do perímetro urbano de uma cidade, desenvolvido no sentido norte-sul. São colocados piquetes de quilômetro em quilômetro, sendo os números pares implantados na margem direita e os números ímpares na margem esquerda. O último marco quilométrico coincide com o início do perímetro urbano da próxima cidade. As coordenadas de localização de cada marco fazem parte de um banco de dados georreferenciados.

Após capturar as georreferências por DGPS, é realizada correção diferencial dos dados. Depois eles são exportados para um software CAD, para a edição e aplicação da toponímia. Na sequência é elaborada uma tabela contendo a relação dos marcos quilométricos demarcados, suas respectivas

coordenadas e altitude, o datum utilizado, bem como observações pertinentes para a localização no campo das estacas e piquetes referentes aos locais onde serão instalados os totens e/ou a sinalização indicativa.

2) Fotografias aéreas:

Fotografias aéreas são realizadas por vôos sistemáticos que cobrem todo o território desejado. As fotografias aéreas contam com uma sobreposição de 60% umas das outras, para que se cause efeitos de estereoscopia, ou seja, visão em três dimensões. Quando as fotografias aéreas são ortocorrigidas e geram ortofotocartas, elas se transformam em importantes fontes para a produção de cartografia de precisão.

As ortofotocartas podem ser utilizadas para a identificação de elementos que compõem a paisagem da Estrada Real. A partir delas é possível identificar os rios, a vegetação, os acessos aos municípios, as trilhas, as vias e até mesmo as edificações.

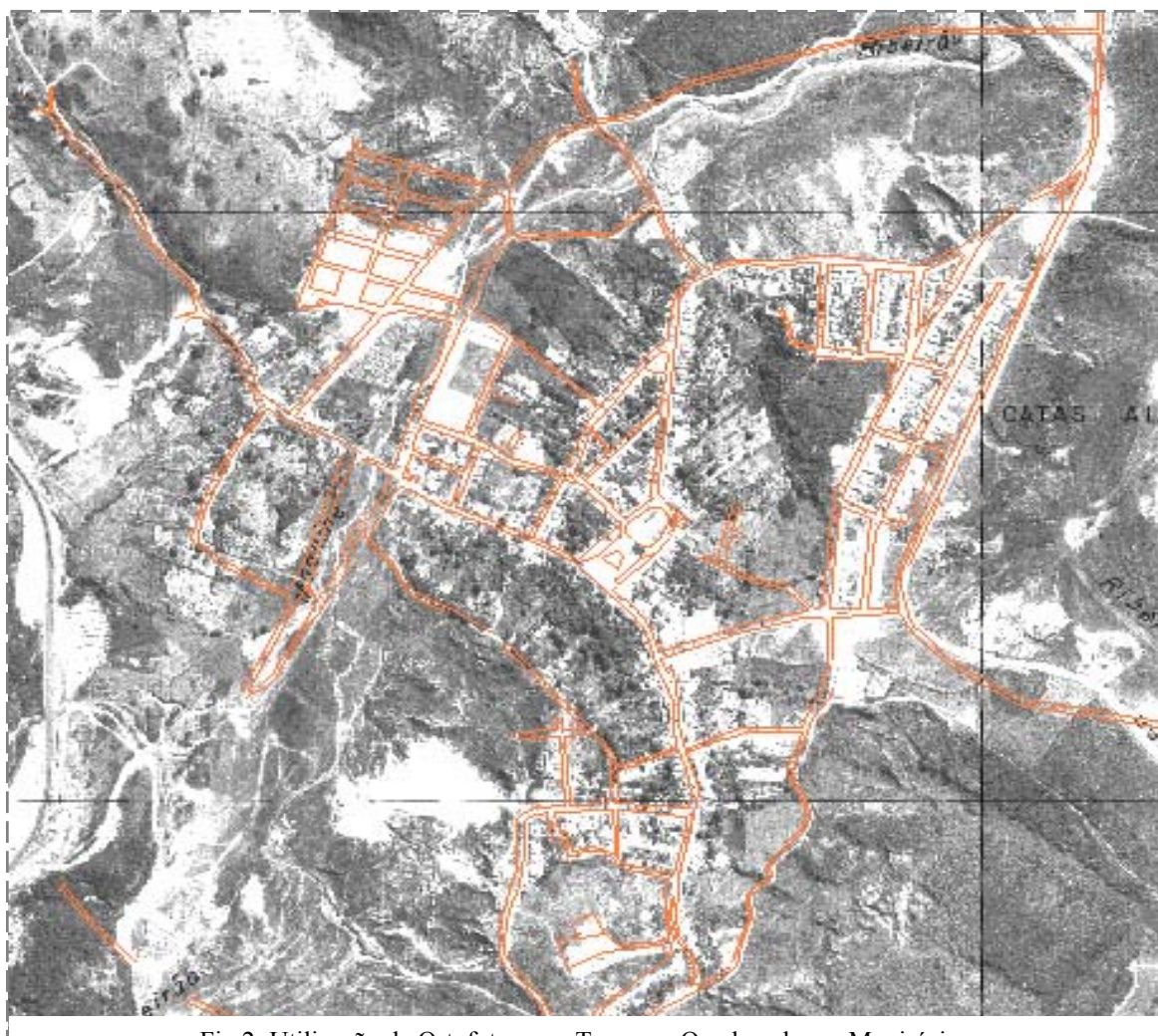


Fig 2: Utilização de Ortofoto para Traçar as Quadras de um Município:
Comparação entre a Ortofoto e o Mapa de Quadras

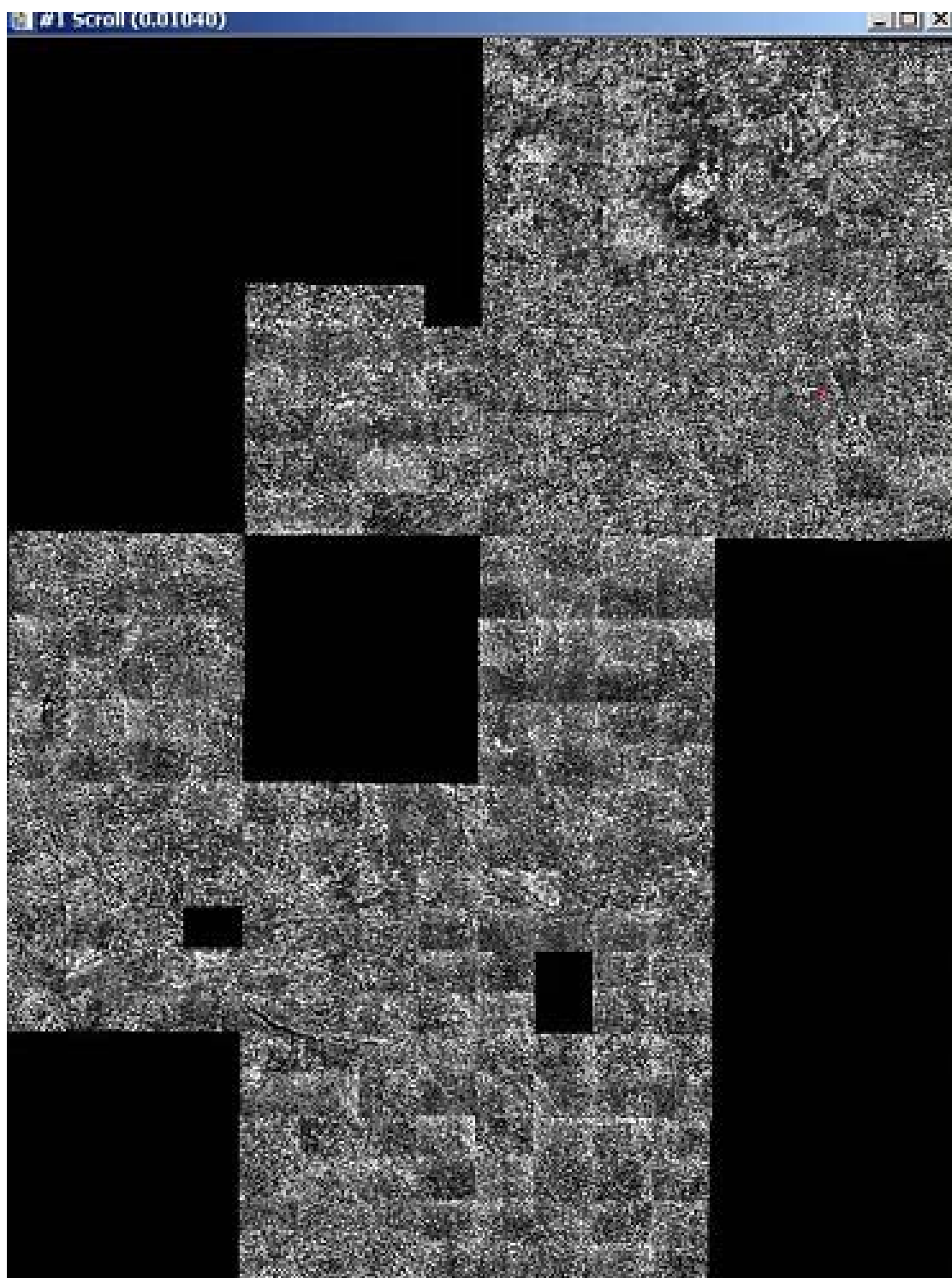


Figura 3: Mosaico das Ortofotos

As ortofotocartas, adquiridas já em arquivo digital, tiveram que ser georreferenciadas, para que assim pudessem se sobrepor a outras informações georreferenciadas. Após o georreferenciamento foram necessárias a equalização das imagens e a construção do mosaico. A mosaicagem de todo o arquivo de ortofotos se mostrou inviável, pois gera um arquivo muito grande, que dificilmente seria processado nos computadores de nossos usuários. Assim, o arquivo foi trabalhado em regiões. A

capacidade de interpretação das fotografias aéreas pelos usuários ainda é questionada, pois pessoas não acostumadas à análise ambiental mostram dificuldades de identificar elementos da paisagem vistos em visão de topo, eixo de visada não usual ao público leigo.

3) Imagens de Satélite:

Imagens de satélite Landsat com 30 metros de resolução foram inseridas no Sistema Informativo Geográfico da Estrada Real. Com estas imagens os planejadores de turismo municipal têm acesso a uma visão mais global da área em que seu município se insere, podendo relacionar de forma eficaz a realidade de seu município com os aspectos ambientais e paisagísticos do entorno.



Figura 4: Mosaico de 2 cenas de Landsat. Fonte das imagens: Universidade de Maryland

4) Montagem de Modelo Digital de Elevação (MDE)

A construção do Modelo Digital de Elevação objetiva duas aplicações: caracterização da paisagem em termos de adequabilidade de usos, e comunicação visual sobre a conformação do relevo. As informações sobre a paisagem topográfica podem nos levar a uma “viagem mental” no tempo e no espaço, compreendendo o que levou os primeiros viajantes a escolherem seus percursos, pois as dificuldades de acesso, os elementos referenciais de localização e os caminhos naturais são melhores compreendidos através da representação tridimensional do território.



Figura 5: Modelo Digital de Elevação da Microrregião *Ouro Preto*

Para realização da montagem tridimensional contamos com a base cartográfica digital fornecida pelo GEOMINAS, programa institucional do Governo do Estado de Minas Gerais que teve significativa importância nos estudos de Geoprocessamento no estado, através da organização de rica coleção de dados sobre o território mineiro. As curvas de nível encontravam-se em formato vetorial e com o atributo de cota altimétrica. Os dados foram transformados para arquivos DGN 3D, e no aplicativo vetorial Microstation Geoterrain foi realizada a construção do Modelo Digital de Elevação. O procedimento baseia-se na construção de grades triangulares e retangulares (regulares). A geração da malha triangular nesses sistemas, e posteriormente da regular, é feita de forma automatizada, porém assistida pelo usuário, que fornece parâmetros visando otimizar o processamento dos cálculos e o armazenamento dos triângulos. A definição dos lados máximo e mínimo dos triângulos pesquisados pode, por exemplo, propiciar uma geração mais rápida do modelo e evitar interpolações indevidas. Uma vez gerado o modelo, são realizadas análises que permitem melhor compreensão da morfologia da região. Algumas das análises são de aplicações de insolação em diferentes horas do dia e meses do ano, estudos de hipsometria, aspecto e declividades.

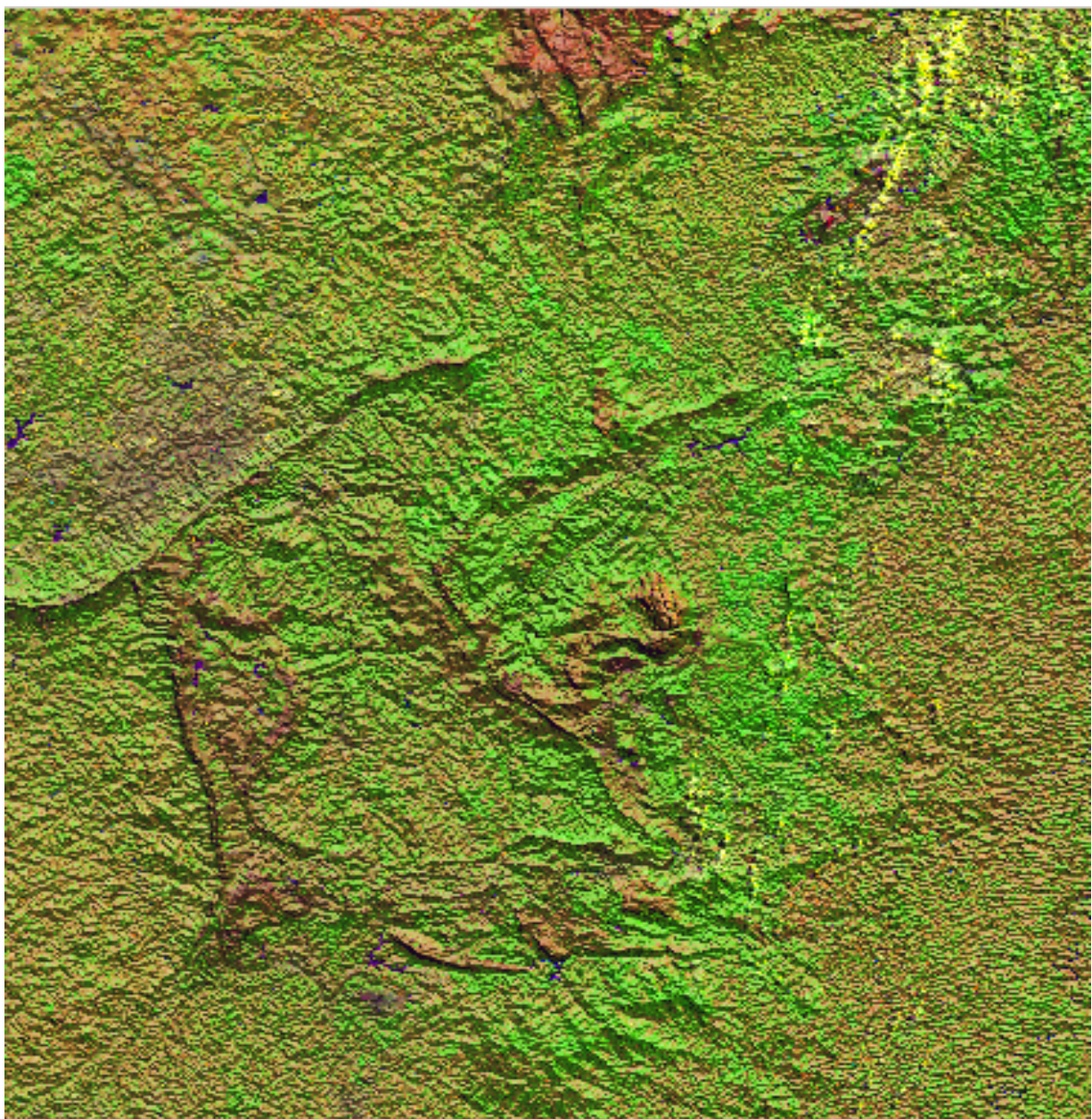


Fig. 6: Landsat associada ao Modelo Digital de Elevação

5) Mapa hidrográfico de Minas Gerais:

O mapa hidrográfico de Minas Gerais foi recortado a partir da área de interesse para o Projeto. As cartas hidrográficas digitalizadas do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - foram tratadas e mosaicadas. O tratamento destas cartas consiste na supressão do excesso de informações, ou seja, na eliminação de rios menos conhecidos ou de menor volume. O critério utilizado foi a verificação da existência de toponímia, já que somente estes os cursos d'água mais importantes são nomeados pelo IBGE, desconsiderando-se os pequenos cursos de água. Ao desenho dos rios é associada uma tabela, que contém além do nome de cada rio, características como comprimento.

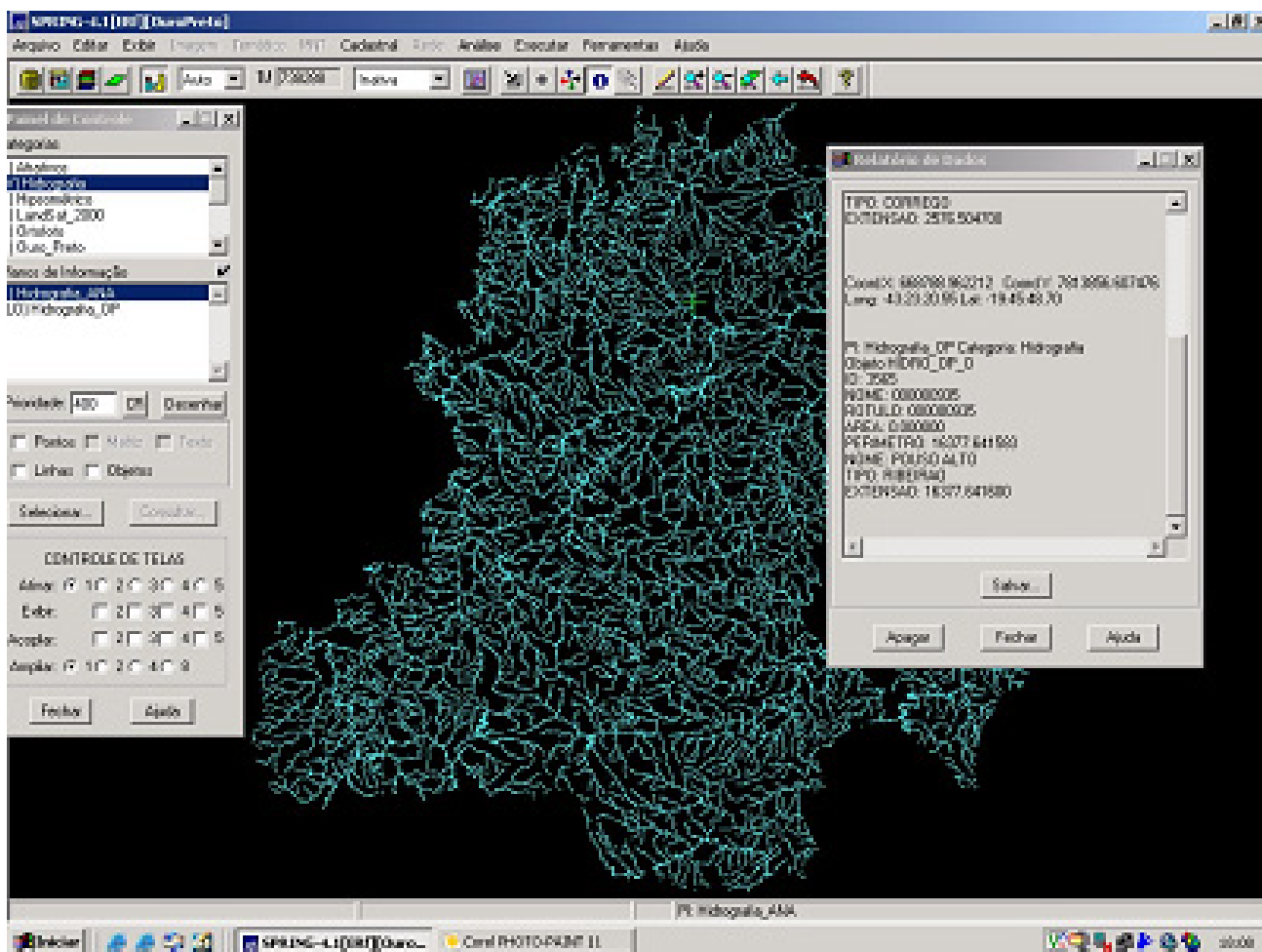


Figura 7: Base Hidrográfica provida do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

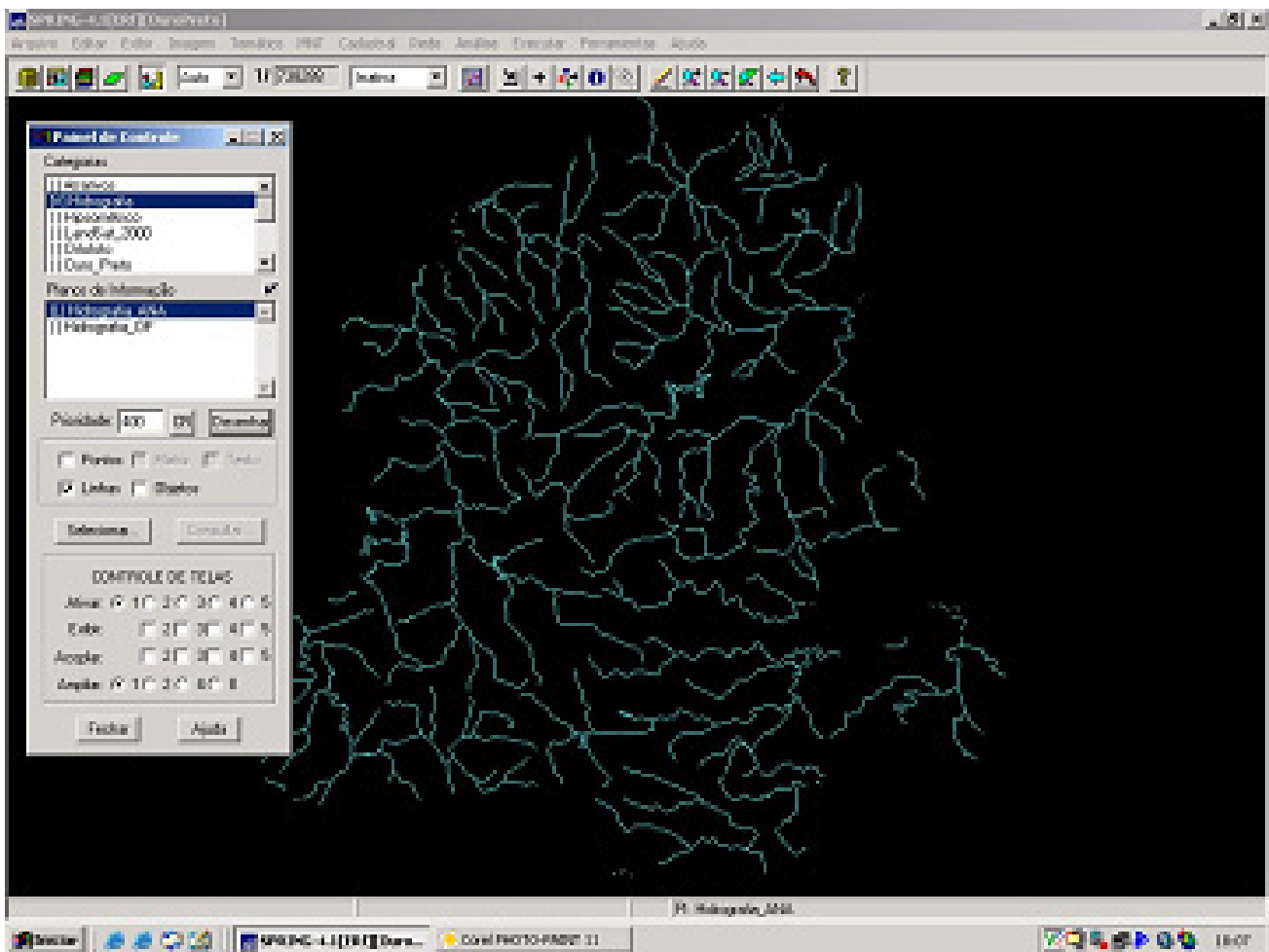


Figura 8: Hidrografia que compõe o SIG Estrada Real, após realização de tratamento e mosaico das Cartas do IBGE

6) Sistema de Redes

O Sistema de Redes é uma ferramenta do geoprocessamento que permite a união entre dois pontos através da malha viária ou de trilhas que existam entre eles. Para isto deve-se construir um traçado, coincidente com o caminho da rua, que seja interrompido a cada possibilidade de quebra ou bifurcação. Este sistema permite ao usuário traçar o melhor caminho entre dois ou mais pontos, através da determinação do menor custo. O sistema de gerenciamento de rede de deslocamento pelo território da Estrada Real representa eixos de vias e trilhas de interesse para a visitação turística. Foram selecionadas nas áreas urbanas todas as vias por onde um visitante poderia realizar uma visitação turística, e estes trechos foram interligados com os eixos de caminhamento pelas trilhas em áreas rurais. Para o turismo, o Sistema de Redes se mostra especialmente interessante, visto que Turismo é deslocamento de pessoas, sendo extremamente importante descobrir qual o melhor caminho a se percorrer. Através deste Sistema é possível responder às seguintes perguntas: “Qual é o melhor caminho entre o hotel em que me hospedei e o Museu de Arte Sacra?”, ou até mesmo “Qual o melhor roteiro para que, saindo do meu hotel e chegando ao restaurante, eu visite o museu, a igreja e a feira de artesanato?”. Este Sistema representa a realidade tão bem quanto o mapa analógico, porém ele também é capaz de interagir com o usuário, respondendo a seus questionamentos.

O Sistema de Redes ainda é muito útil ao planejador ou empreendedor da atividade turística, que utilizando o conceito de fluxos turísticos é capaz determinar os principais corredores de turistas e

assim descobrir locais estratégicos para a implantação de equipamentos e serviços turísticos, como lanchonetes, agências bancárias ou postos de informação.

Os usuários, gestores de turismo, irão receber o primeiro protótipo, relativo a uma região de cerca de 22.500 quilômetros quadrados, correspondentes à regional de Ouro Preto, o que representa modelo metodológico testado para ser seguido nas outras sete regionais mineiras que compõem todo o conjunto da estrada. Associadas ao traçado da rede, encontram-se tabelas que podem conter informações como o nome da rua, o tipo de pavimentação, a extensão, a largura, a mão de direção, entre outros.



Fig. 9: Exemplo do Sistema de Rede para a Estrada Real

7) Atrativos, infra-estruturas básica, turística e de apoio:

Para se obter estudo mais completo sobre os municípios da Estrada Real, o IER organizou uma coleção de dados, na forma de tabelas, contendo informações básicas sobre cada município, como área, número de habitantes, cobertura de telefonia celular, acesso entre outros. Além disto, foram recolhidas informações sobre a infra-estrutura básica de cada município, tais como tratamento de água, coleta de lixo, coleta e tratamento de esgoto, pavimentação das vias, hospitais e postos de saúde, etc.

As informações de interesse turístico também foram mapeadas, tais como festas típicas, artesanatos, manifestações culturais e populares, comidas típicas, entre outros.

Os principais atrativos turísticos (histórico-culturais ou naturais: feiras, mercados, igrejas, museus e lojas de artesanato) foram mapeados através da coleta de dados em campo por GPS e informações como nome, endereço, horário de funcionamento, taxa de entrada e características básicas.

Informações sobre a infra-estrutura turística também foram coletadas, englobando pesquisas sobre meios de hospedagem e alimentação, centros de informações turísticas, agências de viagens e casas noturnas. Desta forma, obtivemos informações sobre a localização, horário de funcionamento, endereço, telefone, nome do proprietário, estrutura e serviços ofertados, valor médio cobrado e capacidade.

A pesquisa teve acesso a estas tabelas de dados, às quais foram somados dados mais recentes, coletados pelo DER em trabalho de campo, contendo a localização dos principais atrativos.

Também como parte da pesquisa, foi selecionada a cidade de Ouro Preto para a montagem de um protótipo completo de localização e caracterização de infra-estrutura e pontos de interesse para o turismo. Neste município o mapeamento realizado foi mais detalhado, coletando a localização e as características de todas as ocorrências de atrativos e serviços turísticos situados no centro –histórico de Ouro Preto. Para isto, foi necessária a realização de um trabalho de campo superestruturado, que envolveu a participação de 20 colaboradores em apenas um dia. Antes do trabalho de campo, a área turística do município foi estudada e dividida em 12 roteiros, seguindo os seguintes critérios: a distância a ser percorrida em cada um e a dificuldade imposta ao trabalho devido ao número de ocorrências. Durante o trabalho de campo a equipe foi dividida em pares, sendo que uma pessoa coletava as coordenadas com GPS e a outra anotava os dados do estabelecimento, tais como nome, endereço e uso. Neste mapeamento foram georreferenciadas ocorrências de agências bancárias, caixas rápidos, correios, postos de informações, postos de gasolina, rodoviária, hotéis, restaurantes, farmácias, locais de visitação, entre outros.

Após o campo estes dados foram descarregados através do Software *GPS Track Maker* e incorporados ao banco de dados do SIG.

Desta forma, a caracterização da região estudada estava completa, contendo desde informações ambientais até dados sobre a infra - estrutura básica, turística e de apoio de cada município. De acordo com MOURA (2003) a construção de um banco de dados especializados permite ganho de informações até mesmo em consultas simples respondendo primeiramente a dois questionamentos básicos: “Tais características, onde posso encontrar?” e “Em tal lugar, quais são as características?”.

Desta forma podemos buscar por todas as pousadas que tenham diária individual no valor de até R\$15,00 e ver qual delas tem a localização mais interessante para o nosso objetivo. Ou podemos simplesmente, escolher uma hospedagem numa região de nosso interesse e perguntar quais são as suas características, como ilustra a figura 11.

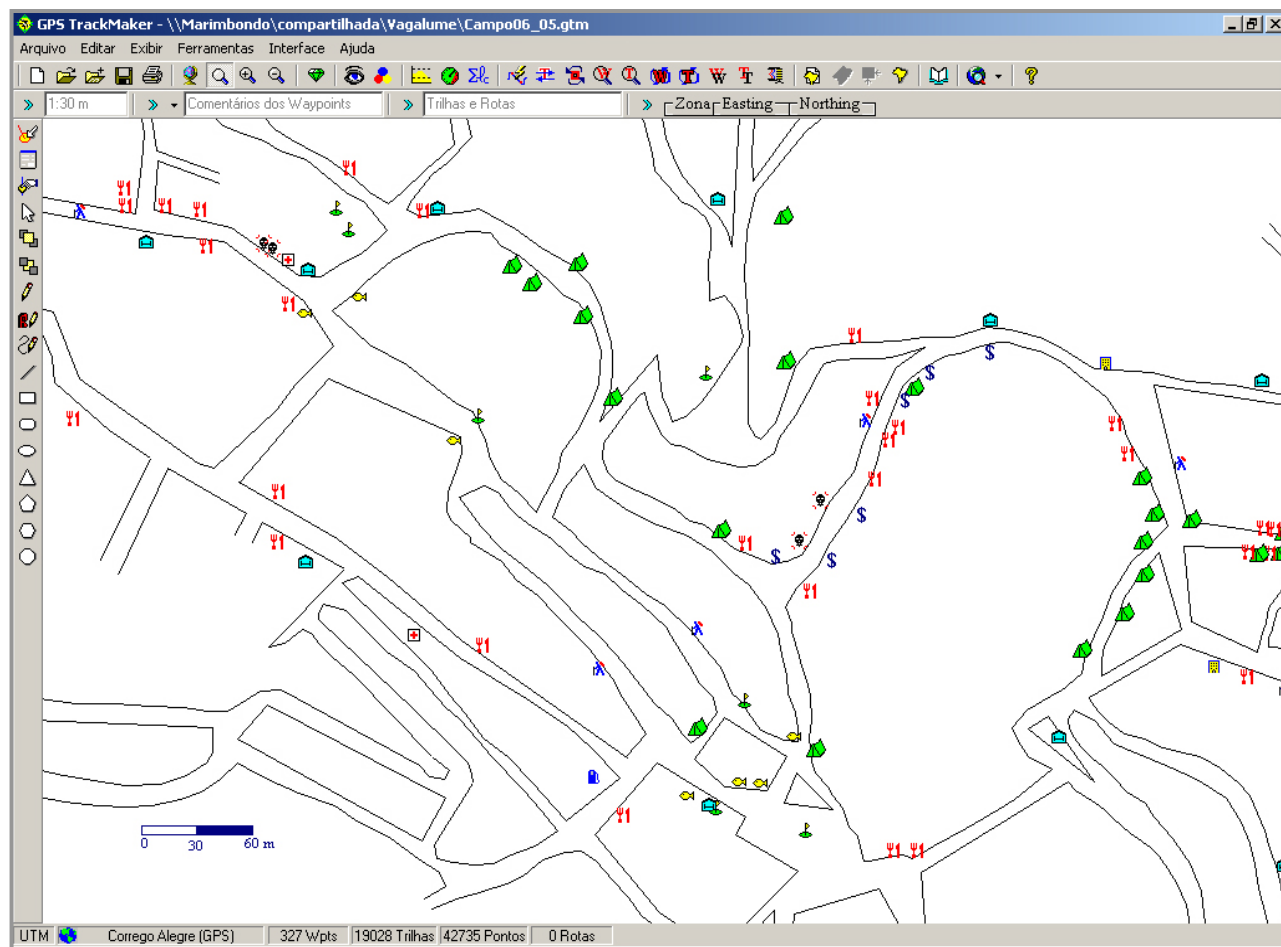


Fig. 10: Mapeamento da Infra-estrutura Turística e de Apoio

A montagem de tão completo banco de dados permite muitas possibilidades de consultas e cruzamento de informações, permitindo a elaboração de perguntas mais complexas, tais como: Onde seria o local mais apropriado para a construção de uma pousada, levando-se em conta que desejo que ela se localize em uma rua com iluminação e calçamento e esteja há no máximo 200 metros da igreja matriz?

Ou ainda, considerando-se a declividade (gerada pela altitude) e a ocorrência de atrativos histórico-culturais, quais seriam os melhores roteiros de visitação para um grupo de terceira idade?

A grande vantagem do uso de um Sig é a definição das relações topológicas entre vários objetos, podendo-se localizar fenômenos geográficos, um em relação aos outros, elaborando relações de conexão, pertinência, vizinhança, etc.

Porém, a montagem da coleção de dados é um trabalho longo e de grande complexidade, que não se encerra no período destinado ao projeto, mas estará em constante atualização. Isto porque com implantação dos roteiros de visitação ao longo da Estrada Real novas atividades surgirão, resultantes da dinâmica natural de adequação à nova realidade.

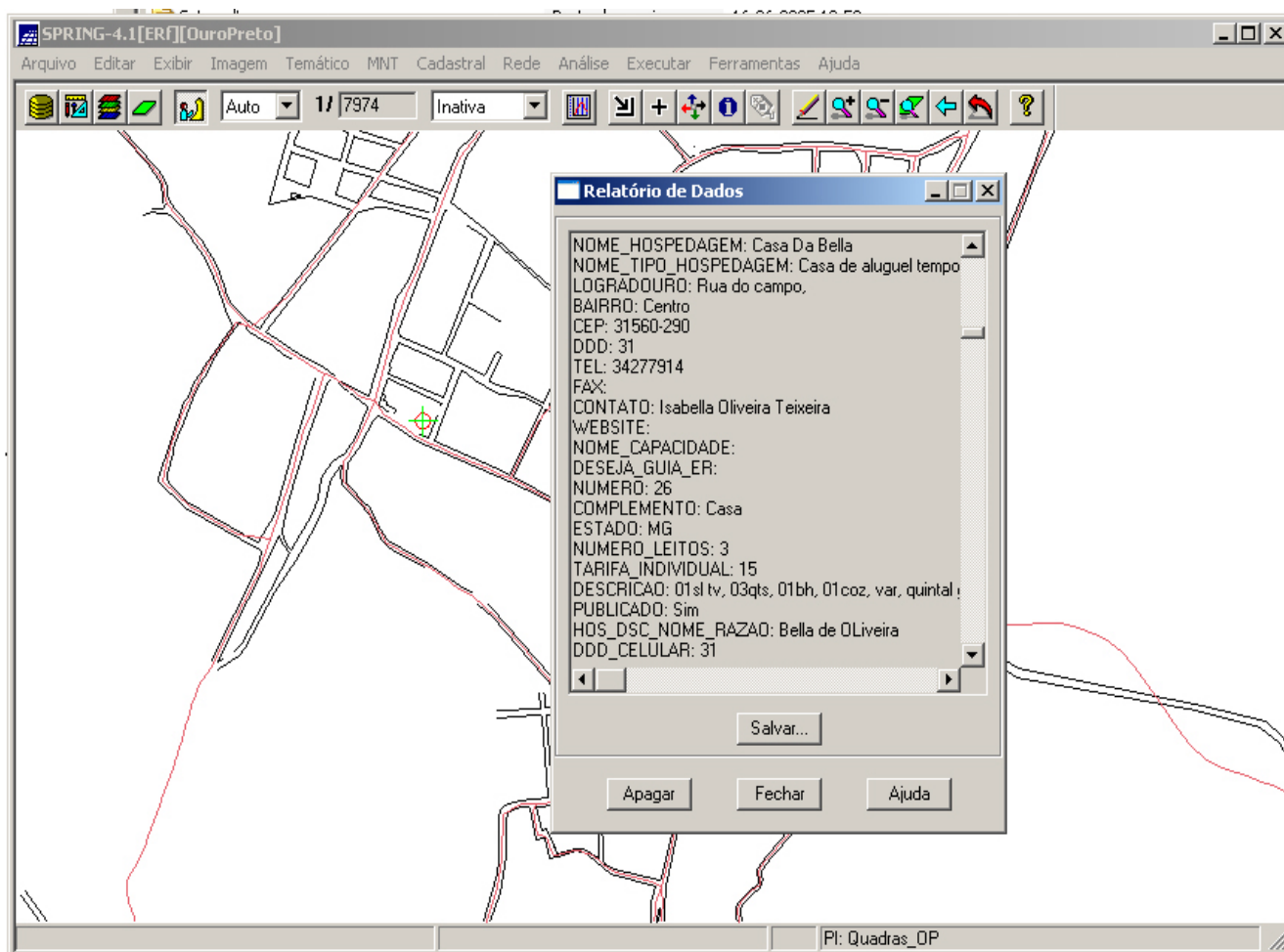


Fig. 11: Exemplo de Consulta Realizada em um SIG.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Estrada Real constitui um dos mais audaciosos projetos de turismo do país. Trata-se de uma evolução sem precedentes na história do planejamento turístico do Estado de Minas Gerais, pois o Governo assume papel de catalisador e organizador do desenvolvimento turístico de um destino de potencial imenso. O geoprocessamento torna-se mais uma ação inovadora do Projeto, pois ainda não há no planejamento turístico brasileiro a tradição de se analisar espacialmente as destinações turísticas, quanto menos com a utilização de tecnologias tão modernas.

O protótipo da Microrregião Ouro Preto traz grandes avanços na reprodução do espaço turístico, porém cabe ainda à equipe técnica o aperfeiçoamento da metodologia de trabalho, principalmente no que diz respeito à interação com o usuário. Ainda devemos estudar a capacidade de análise dos mapas pelos gestores e planejadores de turismo municipais e regionais. Estas pessoas, em geral, têm pouco conhecimento de geografia e cartografia, limitando-se ao aprendizado administrativo. Mais que ensiná-los a ler mapas, devemos sensibilizá-los da importância da análise e organização do espaço como parte do planejamento não só do turismo, como de todas as atividades do município.

Acredita-se que a maior dificuldade de interpretação seja das ortofotos e imagens de satélite, sendo que mapas temáticos bem preparados apresentem menor grau de dificuldade.

Outro desafio do projeto é a disponibilização das informações para os turistas, que exige o desenvolvimento de uma linguagem apropriada, além da elaboração de um WebGis. O Webgis é uma tecnologia que permite a consulta ao SIG a partir de uma interface web, ou seja, através da internet. Porém, tal tecnologia ainda não se encontra difundida pelo país, sendo necessário o desenvolvimento de recursos de programação para tal. Existem aplicativos de servidores de mapas (Map Server), mas o nosso interesse é no módulo de geração de informação, além de consulta a banco de dados.

Quanto à parte de coleta e organização do banco de dados, a metodologia desenvolvida se mostra extremamente eficaz, não sendo necessária nenhuma modificação. Cabe ressaltar que a atualização deste banco de dados deve ser constante, devendo-se zelar para que este não se torne obsoleto.

Acredita-se que o protótipo gerado venha atender às necessidades de turistas e planejadores, tornando-se um exemplar instrumento de comunicação e planejamento. Espera-se que este projeto venha contribuir com a evolução da ciência do turismo, que mesmo tão incipiente já procura proveitosas parcerias com a Geografia, a Cartografia e o Geoprocessamento.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Moura, A. C. M. 2003, Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano, Edição. da Autora, Belo Horizonte, Brasil, 294 páginas.