

## UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO COMO SUBSÍDIO PARA PLANEJAMENTO EM ECOTURISMO NO MUNICÍPIO DE CAPITÓLIO - MG

ALDA MONTEIRO BARBOSA <sup>1</sup>

JOÃO VIANEI SOARES <sup>1</sup>

JOSÉ SIMEÃO DE MEDEIROS <sup>1</sup>

<sup>1</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{alda, vianei}@ltid.inpe.br, simeao@dpi.inpe.br

**Abstract.** This paper describes the steps to elaborate land units maps with values for nature-based tourism attractions in the area around Capitólio (Minas Gerais – Brazil). These products were made by GIS (SPRING system) and remotely sensed data and will be very important to help a local ecotourism planning. In the definition of the land units as the basis for mapping the interesting landscape attributes concerning ecological tourism, the methodology follows classic concepts of land planning, including geology, geomorphology, soil and land cover, plus some “ad hoc” attributes such as aesthetical values and the presence of special points of interest such as waterfalls, canyons, etc. The products can be described as beyond the classic concept of maps, in the sense that the cartographic representation are associated with a data bank where one can consult on collections, groups, related field images, geological history of special places, links to URL’s related to a specific attribute. One could call this type of maps as pertaining to the class of “hyper maps”, following the concept of “hyper texts”. This is a significant improvement for land planning and management.

**Keywords:** nature-based tourism, remote sensing, GIS.

### 1. Introdução

A crescente necessidade de se conciliar a utilização racional dos recursos ambientais e as exigências de uma sociedade consumidora abriu espaço para um campo de atividade que se torna cada dia mais importante dentro do enfoque de desenvolvimento sustentável: o turismo ecológico, ou mais popularmente, ecoturismo.

O ecoturismo, no contexto de turismo ecológico, consiste em viagens ambientalmente responsáveis com visitas a áreas naturais relativamente sem distúrbios, para desfrutar e apreciar a natureza e as manifestações culturais, pretéritas ou atuais, promovendo ao mesmo tempo conservação e contribuindo para o desenvolvimento sócio-econômico das populações locais (adaptado do conceito de Ceballos-Lascurain, citado por Pires, 1998). Na definição da Embratur (1994), o “ecoturismo é um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do meio ambiente, promovendo o bem estar das populações envolvidas”.

A presente pesquisa buscou inserir um novo procedimento metodológico baseado em técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, aplicado ao levantamento de unidades de paisagem com valor para ecoturismo, e a sua representação através da cartografia temática em múltiplas escalas, a partir de uma adaptação da metodologia de zoneamento ecológico-econômico (Crepani et al., 2001). A área de estudo engloba boa parte dos municípios de Capitólio e uma parte dos municípios de São João Batista do Glória e São José da Barra, na região do médio Rio Grande (sudoeste de Minas Gerais).

A motivação desta pesquisa residiu na singular beleza da região, na qual existem vários elementos em sua paisagem natural de interesse ecoturístico que precisam ser preservados e melhor aproveitados, mediante ações de planejamento regional para desenvolver o seu potencial. A região, que é vizinha ao Parque Nacional da Serra da Canastra, possui rios de

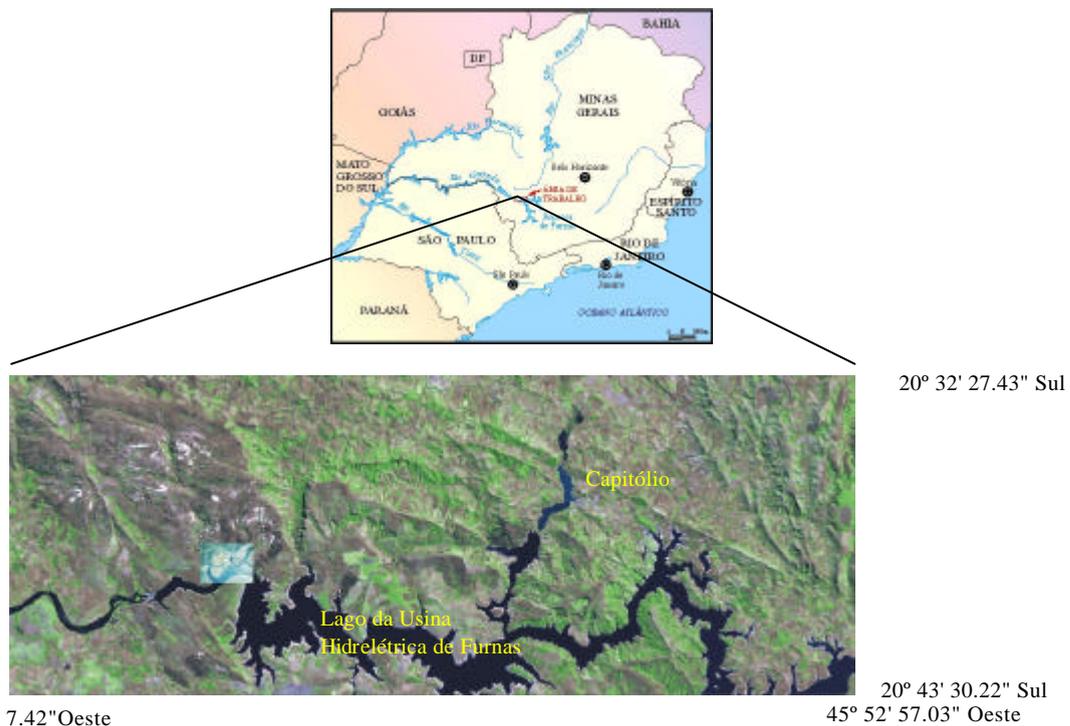
águas cristalinas, cânions, um grande número de cachoeiras belíssimas, penhascos de quartzito exposto, corredeiras, potencial para pesca (proximidade aos rios Grande e São Francisco), além de abranger parte do reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas e estar próxima à Represa Hidrelétrica de Peixoto, de potencial já consolidado para atividades de pesca e de recreação aquática.

## 2. Objetivos

A pesquisa tem como objetivo realizar a ordenação de unidades de paisagem de valor para ecoturismo, com suporte de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, sintetizando as informações através de uma documentação cartográfica adaptada do sistema de ícones da Embratur (2001). A base de dados levantada servirá de subsídio ao planejamento de atividades de ecoturismo, contribuindo também para o desenvolvimento de atividades futuras relacionadas ao agroturismo.

## 3. A área de estudo

A área de estudo está localizada entre os paralelos 20° 32' 27.43" a 20° 43' 30.22" Sul e 45° 52' 57.03" a 46° 24' 7.42" Oeste. Entretanto, para efeito deste artigo, optou-se por um recorte menor da área, em face da diminuição do tempo de processamento para exemplificar a metodologia aplicada. A **Figura 1** mostra a área em estudo e o recorte da área de interesse estudado como exemplo.



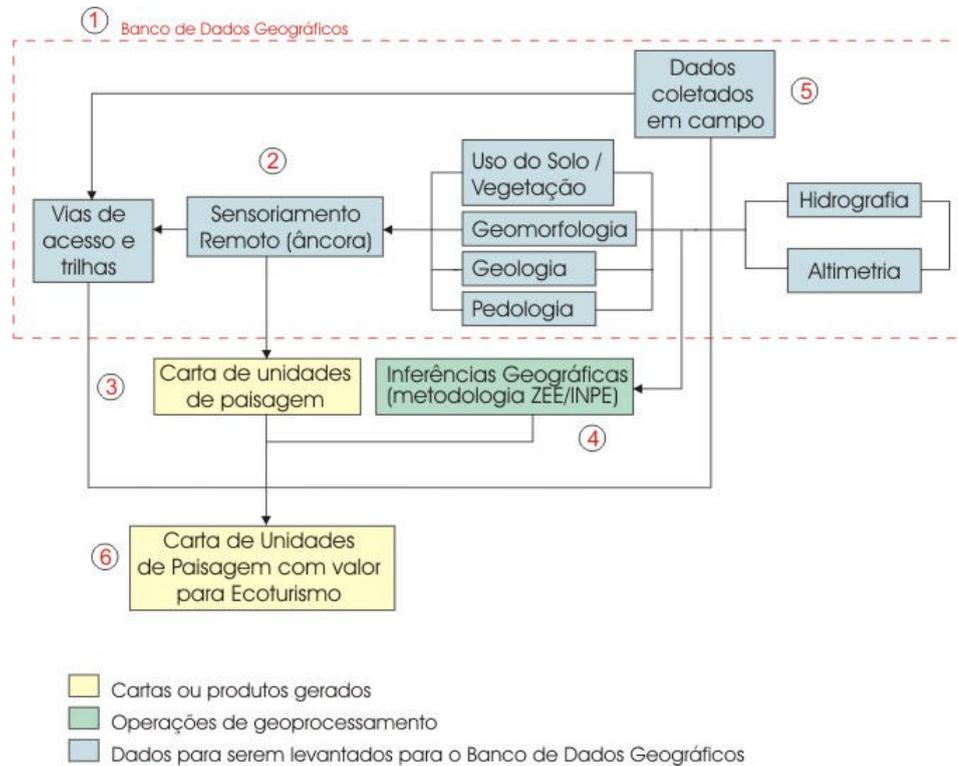
**Figura 1** – Área da pesquisa e imagem da área em uma composição colorida RGB, com bandas advindas da fusão das bandas ETM+ 345 rgb e imagem pancromática ETM+ através da transformação no espaço de cores IHS-RGB. No pequeno detalhe, a fotografia aérea do recorte utilizado como exemplo para os processamentos utilizados neste artigo.

## 4. Procedimentos metodológicos

O mapa base inicial foi confeccionado a partir da digitalização das cartas topográficas (Folhas Capitólio, Furnas e Santo Hilário, IBGE), na escala 1:50.000. Os elementos retirados dessas

folhas topográficas foram: redes de drenagem, curvas de nível, pontos cotados e algumas feições de interesse para a pesquisa (tais como: traçados de algumas vias de acesso, contorno do reservatório, etc), além da toponímia da região de estudo.

Uma visão geral do fluxograma metodológico utilizado pode ser visto na **Figura 2** e será descrito com mais detalhe nos itens seguinte.



**Figura 2** – Fluxograma Metodológico da pesquisa

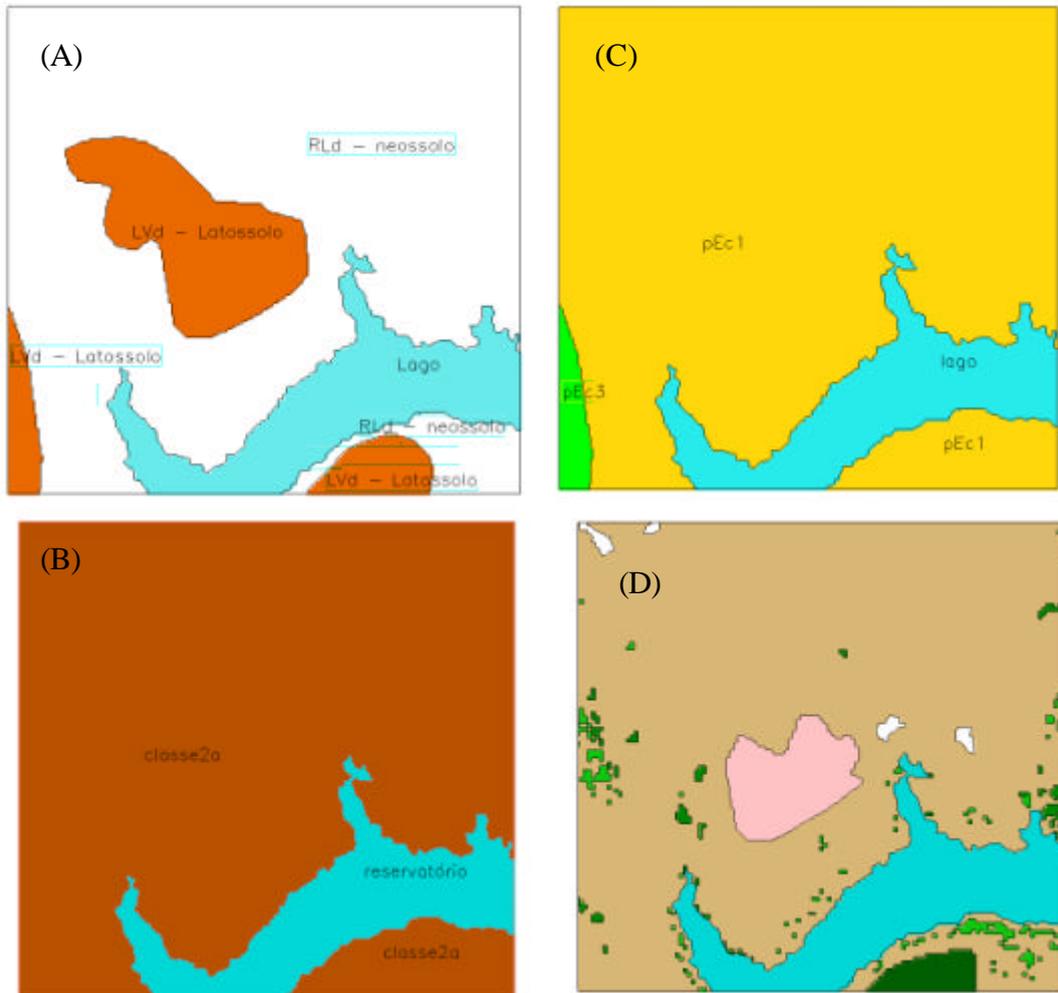
#### 4.1. A elaboração dos mapas temáticos para a composição do Banco de Dados Geográficos

A elaboração dos mapas temáticos que serviram de “dados de entrada” para a carta de unidade de paisagem iniciou-se com a compilação e re-interpretação dos mapas preexistentes da área de estudo. Os mapas de Geologia (Mattos, 1986) e de Solos (Almeida, 1972) foram digitalizados através de *scanners* e geo-referenciados para o SPRING, sendo digitalizados diretamente na tela e depois ajustados com a imagem de satélite. Esta opção minimiza os erros de digitalização via mesa digitalizadora. As fontes dos mapas de geologia e solos vieram de levantamentos em escala 1:100.000. O mapa de geomorfologia e alguns temas dos mapas de solos e de uso da terra foram interpretados diretamente dos produtos de sensoriamento remoto. A escala de trabalho utilizada foi 1:50.000.

Também foram geradas a grade TIN (utilizando como linhas de quebra, o Plano de Informação da Drenagem) e a grade de declividade, no SPRING. Os Planos de Informações (PI's) das categorias temáticas foram editados em formato matricial e vetorial para que se pudesse realizar o cruzamento entre os temas e definir as Unidades de Paisagem *a posteriori*.

Finalizadas as etapas de edição e poligonalização, todas as classes temáticas, de cada PI, foram, então, ponderadas através de programação LEGAL - Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico - recebendo valores de 0 a 1 de acordo com seu potencial para o ecoturismo. A ponderação destas classes temáticas levou em consideração valores (subjetivos)

que cada tema poderia ter em face de sua importância para a exploração de trilhas interpretativas. A **Figura 3** mostra o produto de mapas temáticos que deram origem ao mapa de unidades de paisagem.



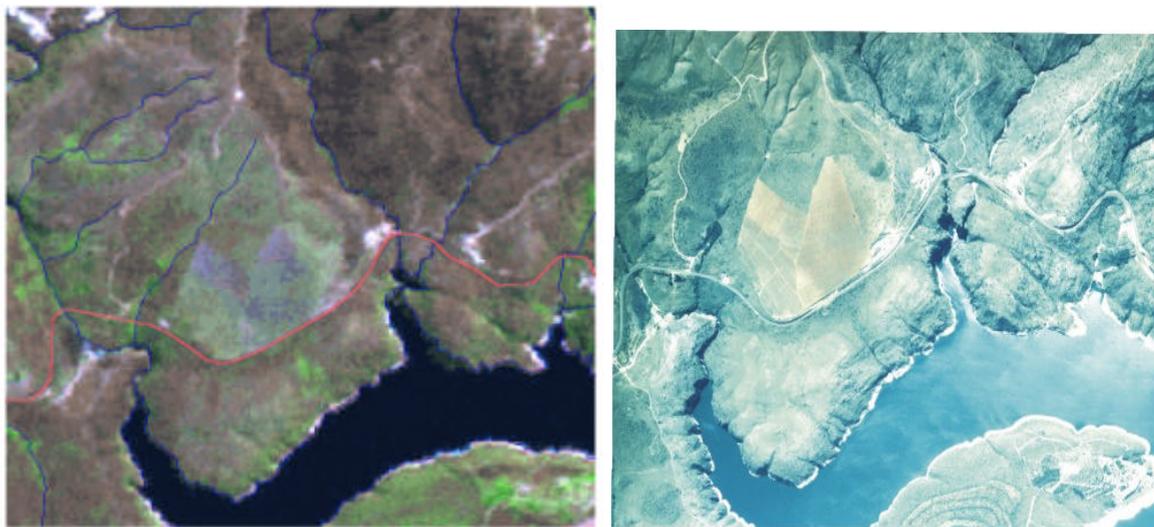
**Figura 3** – Mapas de Solos (A), Geomorfologia (B), Geologia (C) e Uso/Vegetação (D) usados na elaboração do mapa cadastral com geo-objetos “unidades de paisagem”.

#### 4.2 Sensoriamento Remoto como ferramenta de atualização e interpretação dos dados

A atualização dos dados foi feita a partir de imagens Landsat 7 ETM+ (datadas de 07/08/2001), Landsat 5 TM (datadas de 20/07/1990), Imagem Pancromática do Landsat 7 (07/08/2001) (através de fusão da banda PAN e bandas espectrais 3, 4 e 5 do ETM+, no espaço de cores IHS-RGB), além do levantamento aero-fotográfico da área (02/08/2001), em escala 1:25.000. Os elementos atualizados através de produtos de sensoriamento remoto foram: uso da terra, cobertura vegetal natural, traçado de malhas viárias, redes de drenagem, manchas urbanas, represas, contorno do reservatório, pistas de pouso, pontes, áreas de várzeas, etc. Os mapas temáticos de geologia, geomorfologia e solos também tiveram elementos interpretados diretamente da imagem de satélite e/ou das fotografias aéreas.

Através das curvas de nível e dos pontos cotados foram gerados a carta de declividade da área, o modelo digital de elevação (DEM) e modelos 3-D da área de estudo. Estes produtos ajudaram na análise dos temas e na definição das unidades de paisagem, mas não fizeram

parte da integração do processamento de álgebra de mapas devido à inconsistência das curvas de nível face à escala adotada para a interpretação com os produtos temáticos gerados a partir da fusão das imagens Landsat ETM+ e ETM+ Pancromática, além do detalhamento apoiado em fotografias aéreas (escala 1:25.000), **Figura 4**.



**Figura 4** – Imagem sintética (fusão) Landsat ETM + e a fotografia aérea do recorte em estudo.

### 4.3 A carta de unidades de paisagem

O conceito de **unidade de paisagem** é considerado fundamental no estudo da ecologia da paisagem. A unidade de paisagem é definida como uma região do espaço ecologicamente homogênea para um nível de escala considerado, ou seja, retrata um sistema ecologicamente homogêneo. Zonneveld (1989) reporta que a idéia de unidade de paisagem é importante quando se pretende fazer uma avaliação de atributos da terra, sendo necessário integrar os aspectos de vegetação, solo, geomorfologia, geologia e os aspectos biológicos (influência da massa viva). Entretanto, o conceito de unidade de paisagem não se limita à adição desses temas separados, mas a integração entre eles, sempre colocando a idéia do todo, no sentido de sistema.

O mesmo autor destaca também que a representação complexa da idéia de unidade de paisagem pode ser armazenada em um Sistema de Informações Geográficas, através de algoritmos sofisticados, porém a integração de temas envolve atividade mental e interdisciplinaridade, ou seja, é necessária a contribuição de vários especialistas. Medeiros (1999) destaca que para os procedimentos de estudos integrados de Zonneveld, nos quais a paisagem é subdividida em entidades que se relacionam entre si, denominadas de *land unit*, a utilização das entidades do mundo real em modelo de geo-objetos é mais interessante. Isto porque é possível agrupar estas entidades segundo seus atributos, como conjuntos de objetos “individualizáveis”.

No presente artigo, as entidades do Banco de Dados Geográficos denominadas de unidades de paisagem (também chamadas alternativamente de unidades territoriais básicas – *utb's*) foram geradas a partir de modelos do cruzamento de geo-campos vetoriais, e posteriormente transformados em geo-objetos de um mapa cadastral de unidades de paisagem. Desta forma, os atributos de cada entidade serão as classes temáticas que lhes deram origem. A **Figura 5** mostra um mapa cadastral de unidades de paisagem gerados a partir de cruzamentos vetoriais de categorias temáticas.

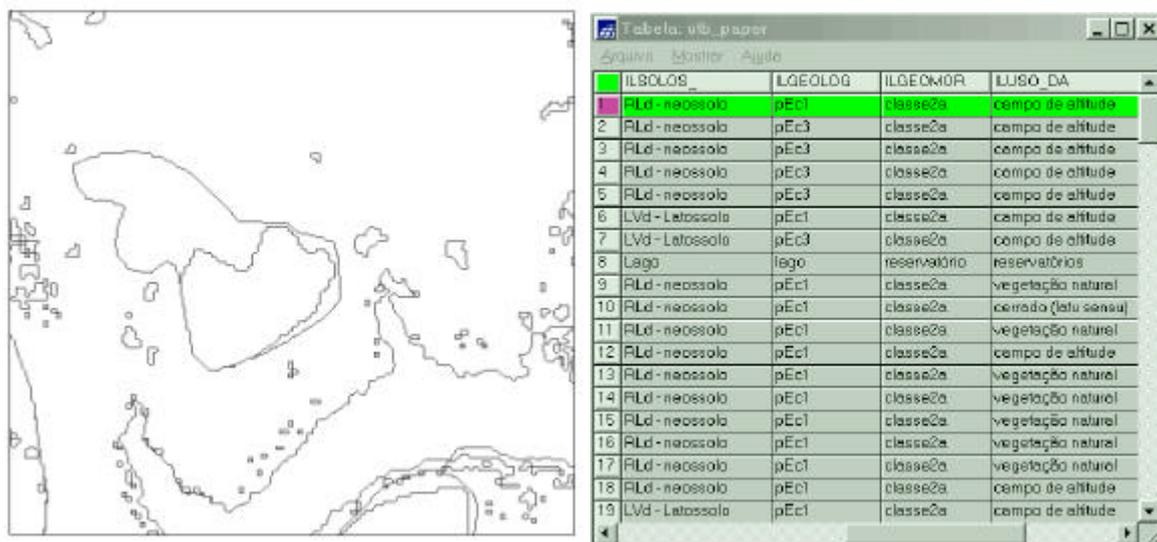


Figura 5 - Mapa cadastral de unidades de paisagem gerados a partir de cruzamentos vetoriais de categorias temáticas e sua respectiva tabela de atributos.

#### 4.4 . A carta das unidades de paisagem com valor para ecoturismo

A partir da carta de unidades de paisagem em modelo cadastral, onde cada geo-objeto é a uma entidade de unidade de paisagem, no sistema SPRING torna-se possível gerar várias “coleções” quanto forem possíveis, anexar uma fotografia como atributo, ou uma *url*, textos, planilhas. A versatilidade deste modelo de representação do mundo real torna possível gerar um banco de dados com vários cenários que permitam subsidiar a tomada de decisões de prefeituras para um planejamento municipal ou ordenação territorial. A Figura 6 mostra como é possível estudar a fitofisionomia com um levantamento mais detalhado de campo, tendo o apoio dos produtos temáticos advindos do sensoriamento remoto, armazenando em uma tabela de atributos.

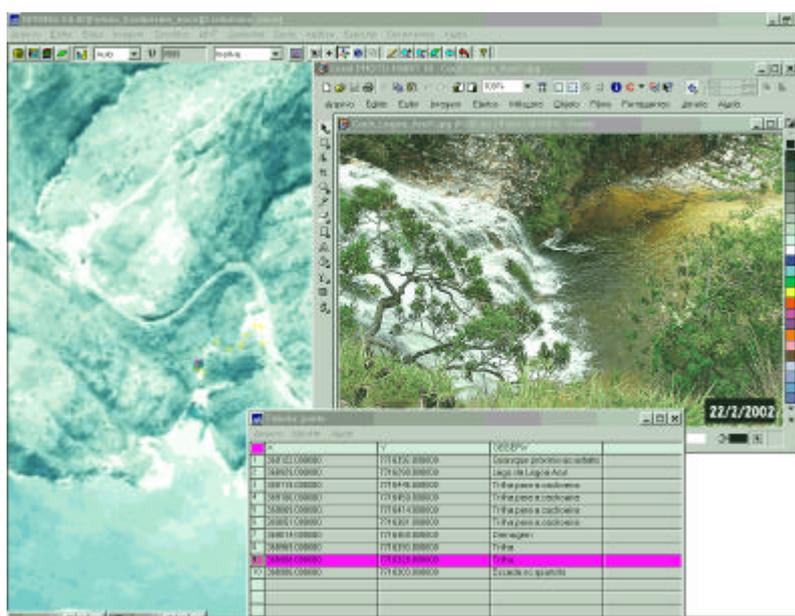


Figura 6 – Mapa cadastral com as representações das observações de campo para uma trilha interpretativa, como uma tabela de atributos.

## 5 Produtos obtidos e análise dos resultados

PRINCIPAIS PONTOS DE INTERESSE ECOTURÍSTICO DOS MUNICÍPIOS DE SÃO JOÃO BATISTA DO GLÓRIA E CAPITÓLIO (MG)



**Figura 7** – Mapa gerado com produtos de sensoriamento remoto e de sistemas de informações geográficas mostrando pontos de relevância turística através de ícones da Embratur.

Um mapa com pontos de interesse ecoturísticos da área de estudo pode ser elaborado utilizando-se de técnicas de processamento de imagens e consultas de atributos de geo-objetos através de modelo cadastral no SPRING. A utilização de ícones da Embratur (2001) pode ser feita através do módulo SCARTA ou outro aplicativo de edição gráfica, desde que respeitada a precisão cartográfica da escala e georreferenciamento das representações vetoriais ou matriciais. Convém salientar, que os produtos advindos do conjunto desses processos não se traduzem em um simples mapa, tais quais os existentes em Atlas geográficos, “folders” de serviços turísticos, etc. O simples fato das representações cartográficas estarem atreladas a um Banco de Dados que é passível de consultas, montagem de “coleções”, agrupamentos, seleção de fotos, acessos a *url's* relacionadas ao atributo, etc, tornam estes mapas uma classe que poderíamos chamar de “hiper-mapas” (à semelhança dos hiper-textos) com um diferencial significativo para as demandas de gerenciamento de recursos naturais e humanos. Apenas para ilustrar essa questão, a despeito do levantamento desta área de estudo, merece uma séria atenção os conflitos de interesse sobre a melhor forma de aproveitamento dos recursos naturais da área. Por exemplo, o extrativismo de quartzito na área é perfeitamente mapeável e quantificável para fins de gerenciamento. Por estarem localizadas na zona de influência do Parque da Serra da Canastra, as pedreiras necessitam de regulamentação mais rígida pois atuam em áreas de forte endemismo de espécies. As pedreiras em áreas de campos rupestres representam perigo não só aos mananciais de águas cristalinas, mas também à diversidade de espécies, uma vez que nestes campos rupestres existem muitas espécies endêmicas que

poderiam ser extintas pela exploração mineral (especialmente das famílias asteráceas e melastomatáceas). Tais espécies podem ser fotografadas, catalogadas e terem mapeadas suas áreas de ocorrência para o Banco de Dados, podendo ser mapeadas as zonas de uso restrito em função da raridade e importância científica destas espécies.

## 6 Conclusões e Recomendações

A elaboração de uma base de dados, com informações georreferenciadas para caracterizar unidades de paisagem de valor para ecoturismo vai sempre nos reportar à idéia de Sistemas de Informações Geográficas. Becker e Egler (1996), citados por Medeiros (1999), afirmam que a definição de um zoneamento deve resultar de uma metodologia integradora, de atualização permanente e em tempo real, o que só é possível hoje com técnicas de coletas, tratamento e análise das informações. No contexto deste trabalho, o sistema SPRING consegue reunir elementos que permitam subsidiar o planejamento para ecoturismo através da modelagem por mapas cadastrais. Medeiros (1999) ratifica essa idéia ao afirmar que a realização do zoneamento depende da atualização contínua das informações geográficas levantadas para o banco de dados geográficos e que é a partir da modelagem dos dados e da combinação adequada das informações geradas que serão produzidas análises, diagnósticos e prognósticos ambientais que servirão de base para o zoneamento e fornecerão os subsídios para uma gestão do território.

No que tange às recomendações sobre os produtos de mapas advindos de técnicas de sensoriamento remoto que possam subsidiar planejamentos para ecoturismo, convém destacar a presença cada vez maior, no campo de geoprocessamento, de produtos obtidos por sensores de alta resolução espacial. Tais produtos revestem-se de grande importância para o enfoque desta pesquisa, uma vez que para atingir os objetivos de zoneamento de trilhas, cachoeiras, paredões, etc, faz-se necessário um mapeamento de detalhe. As Prefeituras devem se organizar no sentido de obter recursos para um levantamento cartográfico plani-altimétrico de mais detalhe para a elaboração de seus mapas municipais, em escala de 1:10.000, por exemplo, que podem ser muito bem utilizados para o ecoturismo.

## Referências

- Becker, B. K.; Egler, C. A. G. *Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal*. Brasília. SAE-Secretaria de Assuntos Estratégicos/ MMA-Ministério do Meio Ambiente. 1996.
- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Azevedo, L. G.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. São José dos Campos: INPE, junho 2001, 80 p. INPE /8454/RPQ/722.
- Empresa Brasileira de Turismo. *Diretrizes para uma política nacional de ecoturismo*. Brasília – DF, 1994.
- Empresa Brasileira de Turismo. *Guia Brasileiro de Sinalização Turística*. 2001. 163 p.
- INPE. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING. Modelagem, análise e consulta espacial. São José dos Campos (SP), 1997. Volume 3.
- Mattos, J. T. *Caracterização do comportamento geológico estrutural na região da represa de Furnas (MG) com dados de sensoriamento remoto*, 1986. Tese de doutorado.
- Medeiros, J. S. *Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão de território*. São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, julho, 1999.
- Pires, P. S. A dimensão conceitual do ecoturismo. *Turismo – Visão e Ação*, v. 1, n. 1, p. 75-91, 1998.
- Zonneveld, I. S. The Land Unit – A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology*, v. 3, n. 1, p. 67-86, 1989.