

## Utilização de imagem de alta resolução espacial para o mapeamento do município de Monte Belo do Sul, RS.

Flávia Cristiane Farina<sup>1</sup>  
Siclério Ahlert<sup>2</sup>  
Raquel Rosa Duranti<sup>2</sup>  
Tiago Pereira da Silva<sup>2</sup>  
Caroline Libardi Fagundes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário La Salle - UNILASALLE  
Rua Victor Barreto, 2288 - 92010-000 - Canoas - RS, Brasil  
ffarina@unilasalle.edu.br

<sup>2</sup> Universidade de Caxias do Sul - UCS  
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 - CEP 95070-560 - Caxias do Sul - RS, Brasil  
{siclerio.ahlert, rrosa3, tpsilva, clfagundes@ucs.br}

**Abstract.** High spatial resolution satellites have attracted the interest of different fields of knowledge due to their detailed imagery and practicality in the process of acquisition and commercial competition with other products such as those produced by aerial photogrammetry. These conditions, associated to a greater demand for spatial information, has motivated city council managers to adopt this technology to solve the demands of urban planning and environmental diagnosis, becoming the basis of city planning. This work presents the results of a project developed for the city of Monte Belo do Sul, Rio Grande do Sul, in which a QuickBird satellite image was used to produce the cartographic basis of the city in scale 1:2000. A complete mapping of the use and coverage of the ground was generated, as well as a broad environment diagnosis which can foster the processes of city planning and expansion of the urban area.

**Palavras-chave:** high spatial resolution, environmental diagnosis, city mapping, alta resolução espacial, diagnóstico ambiental, mapeamento municipal.

### 1. Introdução.

O desenvolvimento das tecnologias da informação disponibilizou recursos que aprimoraram os processos de planejamento e gestão urbana, desenvolvendo novos usos da informação, crescentemente explorados pelas prefeituras brasileiras. As técnicas convencionais de planejamento urbano, quando aplicadas no monitoramento da expansão das cidades, não têm conseguido acompanhar a velocidade com que o fenômeno se efetua. As novas técnicas advindas a partir dos satélites de alta resolução espacial e do geoprocessamento, empregam tecnologias mais adequadas para detectar em tempo quase real, a expansão urbana e as alterações ambientais decorrentes, contribuindo para maior eficiência da ação dos órgãos de planejamento.

Simão (1999) destaca que uma particularidade que distingue a informação para ordenamento do território é a sua componente espacial. Cerca de 80% das decisões tomadas por organizações da administração pública e local, envolvem ou deveriam envolver a componente espacial de alguma maneira.

Neste sentido, os dados obtidos pelos sensores orbitais permitem, graças a suas características técnicas, captar tendências da expansão das áreas urbanas com precisão, e registrar as relações indiretas entre os fenômenos urbanos e o seu ambiente regional. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) representam uma potente ferramenta de apoio à decisão, através da integração de dados para análise, provenientes de diferentes fontes (sensores orbitais, GPS, mapas temáticos analógicos, informação alfanumérica) e da

modelagem de diversos processos que ocorrem no mundo real. Burrough (1986) resume a utilidade da modelagem espacial como “ferramenta para acrescentar valor à informação”. Ou seja, gerar novos dados, por meio de um processo estabelecido, a partir de dados primários e modelos que descrevam o comportamento do mundo real em determinadas condições, obtendo, assim, resultados ou soluções para problemas espaciais complexos.

## **2. Objetivo**

Com o intuito de contribuir com o desenvolvimento de técnicas que visem o uso adequado do solo, esse trabalho tem por objetivo apresentar a metodologia utilizada para a geração da base cartográfica e produção de mapas temáticos para o município de Monte Belo do Sul, RS, utilizando imagens do satélite QuickBird. Secundariamente, visamos operacionalizar o uso das informações, dentro do ambiente administrativo do município, de modo que a equipe técnica e os tomadores de decisão possam se substanciar de informações consistentes para as suas ações.

## **3. Geoprocessamento aplicado ao planejamento municipal**

Um dos instrumentos mais importantes para o planejamento municipal é a elaboração do plano diretor. Seu objetivo é disciplinar o uso do solo e preservar a qualidade de vida da população e, recentemente, a preservação dos ecossistemas. A implementação dos objetivos do plano diretor emprega métodos diversos, como análises estatísticas, mapeamentos, zoneamentos, levantamentos cadastrais, pesquisa de campo, entre outros. Poucas vezes, todos esses métodos e informações, que representam custos elevados, são integrados para a obtenção de novos dados. Os métodos convencionais de análise tornam extremamente difíceis estas integrações e não raro a inviabilizam, em função do tempo necessário para efetuá-las.

O Sensoriamento Remoto aliado aos SIG se constitui numa ferramenta extremamente útil para os propósitos do planejamento municipal. Por reunirem um extenso conjunto de aplicativos para coletar, armazenar, recuperar, transformar e representar dados espaciais e, também estatísticos ou textuais a eles relacionados, representam um grande passo no sentido de uma maior racionalização no planejamento e no gerenciamento das administrações municipais.

Simão (1999), analisando os benefícios da adequação do Plano Diretor Municipal a um SIG, em diversos municípios de Portugal, destaca, além das inúmeras ferramentas para avaliação de decisões condizentes ao planejamento urbano, que o SIG permite também a visão global da cidade e, intersetorial da administração municipal. As prefeituras que implementaram sistemas de informação geográfica descobriram que um dos maiores benefícios na introdução desta tecnologia é a melhoria da própria organização. Esta otimização resulta da capacidade dos SIGs em interligar diferentes tipos de informação (receitas, saúde, educação, ouvidoria pública, patrimônio) pelas suas referências geográficas e ainda, facilitarem a comunicação e a partilha de informação, sendo esta recolhida e tratada uma vez e usada múltiplas vezes. Os sistemas de informação geográfica, pela sua natureza e concepção, podem integrar de forma eficiente toda a informação disponível e necessária à análise da problemática do ordenamento e gestão do território, assim como produzir nova informação geográfica e com ela gerar mais valias para essa análise.

A integração das informações de diversos setores da prefeitura municipal e a utilização de imagens de sensores remotos permite a atualização automática da base de informações espaciais, reduzindo os custos financeiros e o tempo, em virtude de a entrada de dados ser feita através do SIG. Isto garante sua integridade, atualização on-line e eliminação da dupla entrada.

Atualmente, diversos sensores remotos em nível orbital fornecem imagens com características adequadas para estudos urbanos e regionais. Entre eles há os de resolução espacial apropriada para monitorar as modificações intra-urbanas, como os que estão a bordo dos satélites SPOT - 5, CBERS - 2, IKONOS II e QuickBird 2. A viabilidade da utilização destes sensores depende também das peculiaridades do ambiente a ser estudado e dos objetivos propostos. Costa *et al.* (2005), consideram que uma das maiores dificuldades encontradas na utilização de dados de sensoriamento remoto em estudos de áreas urbanas é a complexidade de feições encontradas neste ambiente, que por vezes, são menores que a resolução do pixel da imagem.

O satélite QuickBird 2, lançado em 2001, possui resolução compatível com o reconhecimento destas feições de detalhe. As imagens coletadas possuem 0,6 metros de resolução espacial no pancromático e 2,4 metros no multiespectral, permitindo também a geração de pares estereoscópicos. As aplicações cobrem desde mapeamentos básicos e aplicações gerais em Sistemas de Informação Geográfica, até mapeamentos urbanos e rurais que exijam alto detalhamento dos dados (redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes, entre outros).

#### **4. Área de estudo**

O município de Monte Belo do Sul está localizado na Serra Gaúcha, encosta do planalto de cobertura basáltica, ao norte do Estado, perfazendo uma área aproximada de 68km<sup>2</sup>, conforme a **Figura 1**, onde estão representadas as principais toponímias do município. As principais atividades econômicas são o cultivo da uva e a indústria moveleira e, com menor relevância, atividades de pecuária, comércio e serviços.

O processo histórico de colonização da região onde o município se insere é marcado pela exploração dos recursos naturais e a ocupação intensa dos espaços, gerando a substituição das florestas nativas pela agricultura e urbanização, dentre outros processos de degradação ambiental.

#### **5. Metodologia**

O trabalho foi desenvolvido utilizando os recursos de sensoriamento remoto, GPS, SIG, interpretação de imagens e técnicas de análise adequadas aos objetivos da pesquisa. Trata-se de um estudo de caso, de caráter descritivo/aplicado, com estratégia metodológica qualitativa, segundo os critérios adotados para aplicação em planejamento urbano, diagnósticos ambientais e planos diretores municipais.

A aplicação da metodologia constituiu-se de diversas etapas. Inicialmente foi solicitada a programação do satélite QuickBird para adquirir uma imagem, sem cobertura de nuvens, para toda a área do município, na medida em que não existiam cenas em catálogo. A aquisição da imagem ocorreu em 11 de junho de 2004. Após o recebimento, foram aplicados processamentos na imagem, como a fusão das bandas multiespectrais com a banda pancromática, gerando uma composição colorida com resolução espacial de 0,6 metros. Sobre essa composição, foram identificados 25 pontos notáveis na imagem e de fácil reconhecimento em campo, com a finalidade de obtermos os pontos de controle para o processo de ortorretificação.

O levantamento das coordenadas dos pontos de controle foi realizado com aparelhos de recepção GPS. Foram utilizados, de modo simultâneo, cinco aparelhos para transportar coordenadas, a partir de dois pontos homologados da Rede de Pontos Precisos do Estado de Rio Grande do Sul, devido a ausência de um marco geodésico próximo da área do município. Os pontos foram distribuídos de forma homogênea: 21 na zona rural e quatro na área urbana.

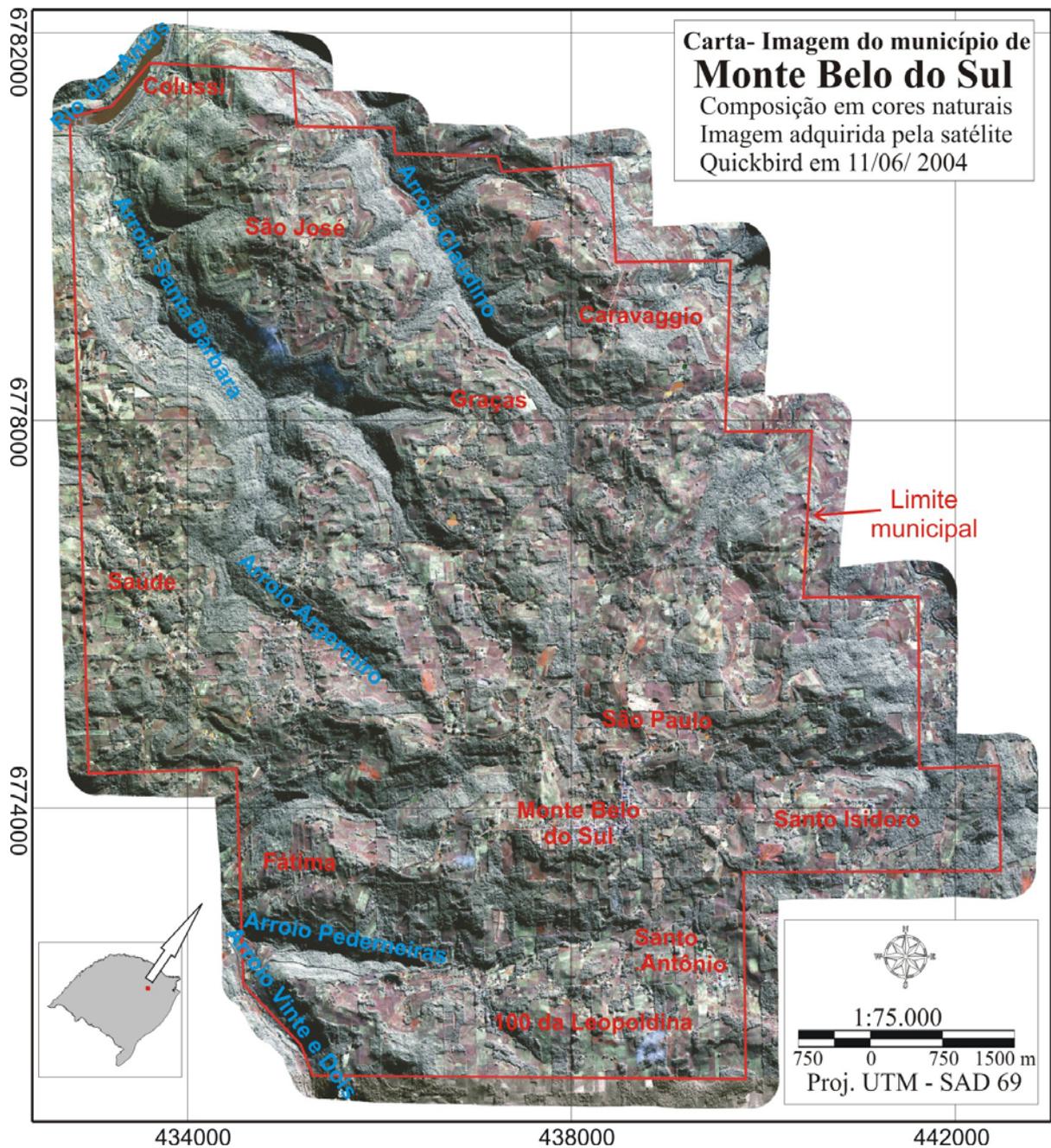


Figura 1 – Localização da área de estudo

Todos os pontos foram monumentados utilizando-se marcos de concreto de formato tronco piramidal, encimados por placa metálica padrão de identificação. Esses dados levantados servirão de referência para futuros levantamentos topográficos visando à elaboração de planta cadastral da área urbana do município.

O processo de ortorretificação da imagem foi implementado com os seguintes dados: coordenadas dos 25 pontos levantados, dados altimétricos extraídos da Carta do Exército (E = 1:50.000) e uma planta planialtimétrica cadastral da área urbana, na escala 1:2000, com curvas de nível de intervalo de cinco metros.

Após os ajustes geométricos da imagem, passou-se ao trabalho de interpretação e restituição, desenvolvido por meio de reconhecimento e delimitação das feições em escala 1:2000. As feições identificadas foram divididas em três níveis básicos de informação: primeiro, foram mapeadas todas as propriedades rurais do município, através do reconhecimento das construções existentes. O segundo nível de informação foi constituído pelo mapeamento dos cursos d'água identificáveis na imagem e, como informação auxiliar as análises, utilizou-se um modelo numérico do terreno (MNT) elaborado a partir de imagens do sensor ASTER. Nesse procedimento, houve a necessidade de fazer algumas inferências, pois em diversos setores da imagem, o curso d'água em si não é identificável, em função da presença da vegetação, da dimensão reduzida ou da intermitência do curso. A terceira categoria mapeada foi o uso e a cobertura do solo, dividida em quatro classes principais e diversas subclasses. A classe vegetação subdivide-se em mata nativa, mata secundária, mata com pinheiros (*Araucária angustifolia*) e reflorestamento de eucaliptos (*Eucalyptus sp*). A classe agricultura foi subdividida em áreas com cultivo de parreiras, de cítricos, de pastagens e de lavouras. Na classe de recursos hídricos, foram destacados os cursos d'água de maior dimensão e os açudes. A classe rede viária está diferenciada em estradas asfaltadas, estradas sem pavimentação, caminhos e ferrovia. Outras subclasses minoritárias são identificadas, como áreas de lazer ou sem uso específico.

As feições delimitadas foram diferenciadas através da elaboração de um banco de dados. O perfil do uso do solo no município havia sido previamente levantado através da realização de diversos trabalhos de campo, que abrangeram a totalidade do município.

Após as etapas de levantamento, interpretação e estruturação das informações, diversas análises espaciais foram realizadas com recursos de geoprocessamento, visando diagnosticar o real contexto do uso e cobertura do solo no município e identificar áreas que apresentam conflitos do seu uso com a legislação vigente. Com base nessas análises, serão sugeridas algumas intervenções possíveis para minimizar os impactos existentes.

Os produtos gerados são mapas temáticos e cartas-imagem do município, disponibilizados para o quadro técnico da Prefeitura Municipal.

## 6. Resultados e Conclusões

O principal resultado produzido foi a constituição de uma base cartográfica em grande escala (1:2000), que permite o diagnóstico preciso das condições ambientais do município. O mapa da **Figura 2** mostra a distribuição das atividades econômicas, concentrada no cultivo de parreiras, cujas variedades se destinam à produção de vinhos. A área ocupada por esse tipo de cultivo é 21 km<sup>2</sup>, representando 31% da área total do município. Os outros usos econômicos do solo, como cultivo de eucaliptos, citricultura, lavouras, pastagens e outros, ocorrem de forma dispersa e são pouco representativos. O plantio do eucalipto geralmente é feito em setores de maior declividade ou ainda de forma dispersa em pequenos lotes impróprios para outros cultivos. Portanto, é possível verificar, claramente, a potencialidade agrícola da região de estudo.

As áreas de mata nativa ocupam 30 km<sup>2</sup> (46% da área territorial) e estão concentradas majoritariamente no vale dos Arroios Santa Bárbara e Claudino. Em outras áreas do município, este tipo de vegetação ocorre principalmente em locais onde a forte declividade inviabilizou o uso da terra para outras finalidades, como ocorre nas encostas dos Arroios Vinte e Dois e Pederneiras. Na presente sistematização, consideramos como mata nativa as áreas onde não houve desmatamento total, ainda que, eventualmente, alguma exploração tenha sido feita, principalmente a exploração de espécies com valor comercial para a industrialização. A vegetação secundária ocorre em áreas abandonadas pelos agricultores, totalizando 6,2 km<sup>2</sup> (9%). Em alguns pontos são encontrados pequenos capões de pinheiro

brasileiro. A soma das áreas de matas nativas e secundárias representa 55% da área do município, o que é bastante representativo diante da exploração desenfreada que ocorreu na região.

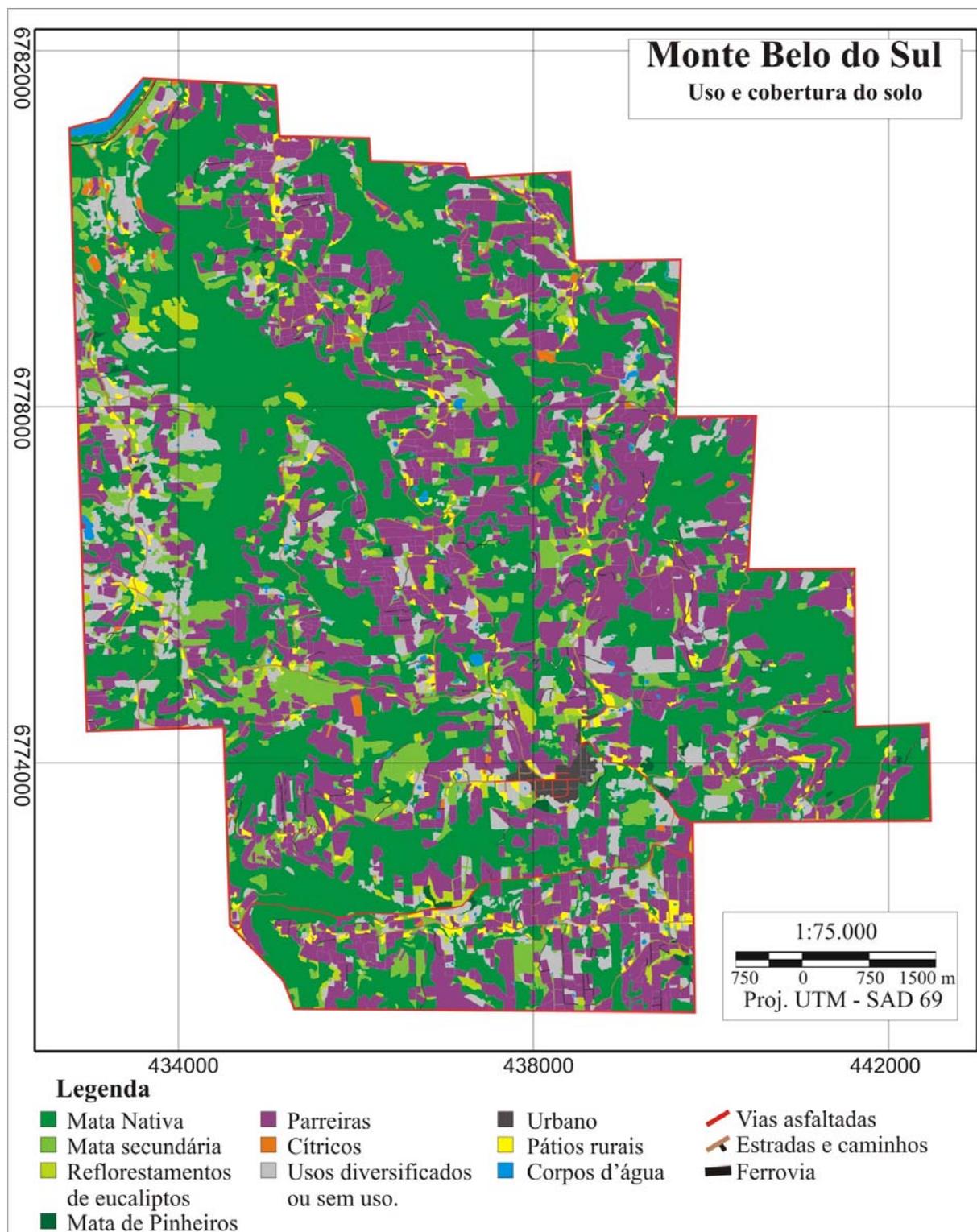


Figura 2 – Mapa de uso e cobertura do solo

As análises dos dados elaborados em relação à possibilidade de expansão da área urbana mostraram a inexistência de áreas contíguas ao limite urbano, adequadas a esta finalidade. Atualmente, o perímetro urbano ocupa área aproximada de 0,9km<sup>2</sup> e está praticamente limitado pela forte declividade de seu entorno. Ademais, está localizado em área ambientalmente muito suscetível, composta por cabeceiras de três sub-bacias hidrográficas, o que é um forte limitante para implantação de indústrias potencialmente poluidoras, por exemplo. A expansão da cidade para oeste, atingirá as nascentes de uma quarta sub-bacia.

Nas áreas rurais do município, constata-se a existência de conflitos no uso do solo em relação à drenagem, onde a vegetação ciliar foi totalmente removida, havendo a extensão das lavouras até as margens dos córregos. Este fato representa grave dano ambiental e contribui para a degradação das condições naturais da região.

O uso de imagens de satélite de alta resolução espacial para mapeamento municipal, mostra-se economicamente viável e se constitui num meio essencial no diagnóstico das reais condições do uso do solo. A elaboração de projetos e o planejamento do território tornam-se mais eficientes com a visualização integrada da área do município. Os dados gerados para o estudo de caso permitiram quantificar variáveis importantes, fundamentando as análises que reforçam a necessidade de racionalizar as decisões para o município de Monte Belo do Sul.

A base cartográfica permitirá aos técnicos da prefeitura a possibilidade de detectar as deficiências, riscos e processos de degradação ambiental; potencialidades econômicas e territoriais; controle e distribuição espacial da população e das atividades econômicas e o uso e ocupação da área urbana. Adicionalmente, a base de dados poderá ser modelada para atender a diversas aplicações relacionadas ao planejamento territorial, como planejamento do transporte coletivo e sistema viário urbano, execução de análises de localização espacial de atividades econômicas, habitação, lazer, entre outros.

Após esse diagnóstico e o conjunto de análises feitas (e que podem ser aprofundadas), o grande desafio é a incorporação dos dados levantados no cotidiano da prefeitura, criando-se uma cultura do uso de informações espaciais de forma mais eficiente, tornando o SIG, uma ferramenta central no gerenciamento das funções da prefeitura. Estabelecer essa cultura requer essencialmente que os dados estejam centralizados, contudo acessíveis a todas as instâncias da prefeitura, havendo pessoal técnico devidamente qualificado para realizar as operações necessárias.

## 6. Referências

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment**. New York: Oxford University Press, 1986. 194 p.

COSTA, S. M. F.; FREITAS, R. N.; DI MAIO, A. C. O estudo de aspectos intra-urbanos utilizando imagens CBERS. . In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 881-889. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.15.37/doc/881.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2006.

SIMÃO, A. J. V. **Os sistemas de Informação Geográfica na gestão dos Planos Municipais de Ordenamento Territorial**. Coimbra: Montemor-o-Velho, 1999.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Monte Belo do Sul pelo suporte financeiro, financiamento de bolsistas e apoio recebido nos trabalhos de campo, à UCS e ao UNILASALLE pelo financiamento dos pesquisadores e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela bolsa de Iniciação Científica.