

## **Organização de um banco de dados geográfico para o município de Encantado - RS - Brasil: uma perspectiva para o planejamento e o gerenciamento ambiental**

Maicon Fiorini <sup>1</sup>  
Rafael Rodrigo Eckhardt <sup>2</sup>  
Claudete Rempel <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pós-Graduando do curso de especialização em Bases Ecológicas para Gestão Ambiental com ênfase em Licenciamento Ambiental - Centro Universitário UNIVATES  
Caixa Postal 155 - 95900-000 - Lajeado - RS, Brasil  
maiconfiorini@univates.br

<sup>2</sup> Mestre em Sensoriamento Remoto, coordenador do Núcleo de Geoprocessamento e professor do curso de Engenharia Ambiental - Centro Universitário UNIVATES  
Caixa Postal 155 - 95900-000 - Lajeado - RS, Brasil  
rafare@univates.br

<sup>3</sup> Mestre em Sensoriamento Remoto e Doutoranda em Ecologia pelo Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Caixa Postal 15007 - 91540-000 - Porto Alegre - RS, Brasil  
crempel@univates.br

**Abstract.** The environment, beyond its naturally progresses, is suffering constants changes caused by the humanity. In Brazil, those activities are licensed by IBAMA, Estates and municipal districts. The environmental licensing aims control the expansion and operation of the activities that modify the environment. This paper describes the organization of a municipal geographical database, formed by different georefered information plans. The current database was implemented in the city of Encantado, located at northeast of Rio Grande do Sul state in Brazil. The geographical database contributes to do environmental diagnosis and may assist the municipality to planning and manage its territory. At the end, the geographical database will help in the work of municipal environmental licensing.

**Palavras-chave:** geoprocessing, remote sensing, SPRING, geoprocessamento, sensoriamento remoto, SPRING.

### **1. Introdução**

O meio ambiente, além da sua evolução natural, está sujeito a constantes alterações provocadas pelo homem. Observa-se, ao longo da história da humanidade, que a interação do homem com seu ambiente natural, incluindo os processos de apropriação de recursos naturais, tem sido regida por uma conduta predatória. O uso e ocupação racional do espaço físico com atividades rurais, urbanas, ou exploratórias são expressões diretas da forma pela qual estas atividades são realizadas em determinado local ou região, em um determinado tempo (Teixeira e Castro, 2003).

Assim, com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental foi instituído um instrumento para o controle da implantação e de operação das atividades modificadoras do meio ambiente, o Licenciamento Ambiental (Brasil, 1981; Conama, 1986; 1997). O licenciamento ambiental é considerado um instrumento de combate às irregularidades ambientais, servindo para o planejamento e o gerenciamento das políticas ambientais. De acordo com Velasques (2006), o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual a Administração Pública, por intermédio dos órgãos ambientais competentes, analisa uma proposta apresentada para determinado empreendimento e, consideradas as disposições legais e regulamentares aplicáveis e sua interdependência com o meio ambiente, legitima-a através da emissão da respectiva licença.

No Rio Grande do Sul, o Código Estadual de Meio Ambiente estabelece em seu artigo 69, que caberá aos municípios o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades consideradas como de impacto local, bem como aquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio (Rio Grande do Sul, 2000).

Uma ferramenta que vem sendo usada com êxito no controle e monitoramento ambiental é o geoprocessamento que, segundo Silva (2003), envolve técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas (SIG). O geoprocessamento proporciona, além do armazenamento de imagens, mapas temáticos e informações, o cruzamento destes, permitindo assim uma visão mais ampla e precisa do local em estudo.

O sensoriamento remoto, segundo Novo (1992), é a utilização conjunta de modernos sensores, equipamentos para o processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves etc., é possível estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interpretações entre a radiação eletromagnética e as substâncias componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações.

De acordo com Assad e Sano (1998) e Paredes (1994), o geoprocessamento e o sensoriamento remoto tornam-se atrativos em condições de carência de informações pelos custos relativamente baixos de implementação, facilidade de desenvolvimento e rapidez na aquisição de resultados. Ao mesmo tempo, favorecem a tomada de decisão nas atividades de planejamento, licenciamento e gerenciamento ambiental, auxiliando no desenvolvimento sócio-econômico sustentado.

O objetivo deste estudo é organizar um banco de dados geográfico para o município de Encantado, localizado na região nordeste do Rio Grande do Sul. Este município está habilitado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente a exercer o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades consideradas como de impacto local em seu território. Em virtude dessa atribuição e responsabilidade, a disponibilidade de informações territoriais e ambientais, organizadas em um banco de dados geográfico, contribui para a execução de diagnósticos ambientais, além de contribuir para a implementação de propostas de planejamento e gestão dos recursos naturais do município e servir como base de informações para futuras pesquisas.

## 2. Metodologia de Trabalho

O banco de dados do município de Encantado foi organizado segundo estudos similares propostos e realizados por Eckhardt et al. (2007), utilizando o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING). Este software é considerado de domínio público e apresenta um conjunto de ferramentas voltadas à coleta, armazenamento, gerenciamento, manipulação, tratamento e análise de informações espaciais, além de gerar saídas na forma de mapas, relatórios, arquivos digitais e outros. O SPRING é uma opção altamente atrativa na área de geoprocessamento, sendo utilizado por pesquisadores vários países.

O universo matemático ou conceitual que modela ou expressa as entidades do mundo real, inclui a uma definição matemática (formal) das entidades a serem modeladas, isto é, distinção entre as classes do tipo **Geo-campos** - representam a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica e **Geo-objetos** - representam elementos únicos que possuem atributos descritivos e estão associados a múltiplas localizações geográficas. Os tipos de dados citados, mapas temáticos, modelos numéricos do terreno e imagens são especializados em Geo-campos, e mapas cadastrais e redes são especializados em Geo-objetos. Estas classes estão agrupadas em mapas (Planos de Informações) de um mesmo Banco de Dados Geográfico. A Figura 1 o fluxograma metodológico referente à organização do banco de dados geográfico do município de Encantado - RS.

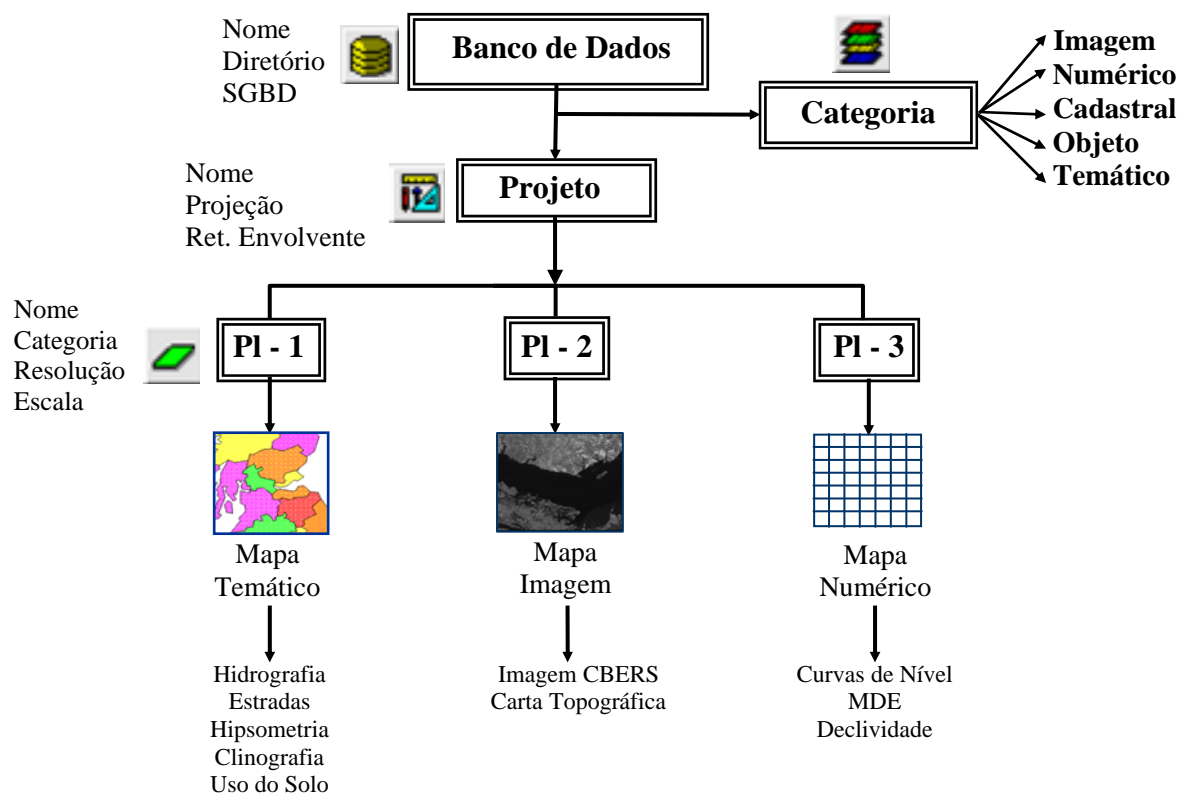


Figura 1 - Fluxograma metodológico do banco de dados geográfico organizado no município de Encantado no SPRING.

A base cartográfica digital de informações utilizada para compor o banco de dados foi extraída das cartas topográficas analógicas de Encantado, Lajeado e Nova Bréscia, elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército em escala 1/50.000 e a partir da imagem do satélite CBERS 2B, da órbita-ponto 158/133, bandas 2, 3 e 4, de 16 de março de 2008.

A carta topográfica foi convertida do formato analógico para o formato digital por *scanner* de mesa, transformada para GRIB no módulo IMPIMA e georreferenciada no SPRING, utilizando a grade original de coordenadas. A malha rodoviária, a hidrografia e as curvas de nível foram vetorizadas manualmente em tela da carta topográfica georreferenciada. A imagem do satélite CBERS foi georreferenciada no SPRING com apoio de pontos de controle medidos na carta topográfica de Encantado, em escala 1:50.000. Foi utilizada classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança gaussiana para a obtenção do cenário do uso e cobertura do solo do município.

As curvas de nível, a partir da rede irregular triangular, permitiram a geração do modelo digital de elevação (MDE) da área de estudo. As elevações foram fatiadas em 5 classes hipsométricas, em intervalos regulares de 100 metros, permitindo a obtenção do Mapa de Hipsometria. O MDE também permitiu a obtenção da declividade do terreno do município. Os valores de declividade foram gerados em percentual e categorizados para classes temáticas de acordo com as orientações de Ramalho Filho e Beek (1995).

### 3. Resultados e Discussão

O município de Encantado teve emancipação administrativa em 31 de março de 1915 e está localizado na Encosta Inferior do Nordeste do RS, à margem direita do Rio Taquari (Figura 2). Dista 140 km de Porto Alegre, por via rodoviária, conta com 139 km<sup>2</sup> de área e atualmente possui 19.536 habitantes. A cidade está situada a 54 m de altitude em relação ao nível do mar e localiza-se nas seguintes coordenadas geográficas: 29°14'30" de Latitude Sul e 48°43'05" de Longitude Oeste (Ferri, 2007). Neste capítulo são apresentados os resultados

obtidos de cada plano de informação integrado ao banco de dados geográfico do município de Encantado, bem como os mapas temáticos destes planos de informação, organizados no módulo SCARTA do SIG SPRING.



Figura 2 - Localização do município de Encantado.

## 2.1 Malha Rodoviária

A malha rodoviária foi categorizada em 5 classes temáticas: RS 129, RS 425, RS 332, Estradas Urbanas e Estradas Não-Pavimentadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Extensão da malha rodoviária do município de Encantado-RS.

<b>Categoria</b>	<b>Pavimentação</b>	<b>Extensão (km)</b>	<b>%</b>
RS 129	Presente	18,17	8,63
RS 425	Presente	6,02	2,86
RS 332	Presente	10,87	5,16
Estradas Urbanas	Presente	40,44	19,20
Estradas Não-Pavimentadas	Ausente	135,08	64,15
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>210,58</b>	<b>100,00</b>

O monitoramento das estradas pode auxiliar na conservação das estradas, na definição de novos loteamentos, no planejamento e controle dos serviços de manutenção das estradas não-pavimentadas. Ao mesmo tempo, este plano de informação pode orientar o planejamento da arborização ao longo das estradas e a definição dos locais que necessitam de calçadas.

## 2.2 Hidrografia

A hidrografia foi categorizada de acordo com a classificação de Strahler (Tabela 2). O município de Encantado apresenta a hidrografia composta predominantemente por arroios de ordem inferior. Por sua vez, os Rios Taquari e Guaporé são os cursos hídricos mais importantes que drenam o município. Inclusive, o Rio Taquari provoca grandes inundações na cidade de Encantado em períodos de grande precipitação pluviométrica.

Tabela 2 - Extensão e área da hidrografia do município de Encantado-RS.

<b>Categoria</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Extensão (km)</b>
Rio Taquari	3,67	21,78
Rio Guaporé	0,24	2,75
1ª Ordem	0,35	78,09
2ª Ordem	0,19	42,32
3ª Ordem	0,13	28,13
4ª Ordem	0,04	9,54
Lagoas	0,19	-
<b>Total</b>	<b>4,80</b>	<b>182,61</b>

De acordo com Ferri (2007), o rio Taquari banha o Leste do território de Encantado e se constitui no mais importante curso de água. Este Rio nasce no município de São José dos Ausentes com a denominação de Rio das Antas. Conserva seu nome até a confluência com o Rio Carreiro, onde recebe a denominação de Taquari. Este rio faz a divisa com o município de Roca Sales. Por sua vez, o Rio Guaporé faz a divisa entre Encantado e Muçum.

### 2.3 Hipsometria

As altitudes do município foram agrupadas em intervalos de 100 metros, gerando 5 classes hipsométricas (Tabela 3 e Figura 3). O município de Encantado apresenta uma grande variação altimétrica, tendo como cota mais baixa, 35 metros na planície aluvial do Rio Taquari e do Rio Guaporé e como cota mais alta, 524 metros de elevação. Nas regiões Sul, Sudoeste, Norte e Noroeste do município estão localizadas as maiores altitudes.

Tabela 3 - Caracterização das classes de altitude do município de Encantado.

Classe de Altitude	Área (km <sup>2</sup> )	%
035  — 100 m	30,89	22,17
100  — 200 m	30,41	21,83
200  — 300 m	26,80	19,24
300  — 400 m	31,64	22,71
400  — 524 m	19,58	14,05
<b>Total</b>	<b>139,31</b>	<b>100,00</b>

### 2.4 Clinografia

As declividades do município de Encantado foram separadas em classes de acordo com as orientações da Ramalho Filho e Beek (1995). A Tabela 4 e a Figura 4 apresentam respectivamente a área absoluta e relativa de cada classe clinográfica e o mapa de clinografia.

Tabela 4 - Caracterização das classes de declividade do município de Encantado.

Classe de Declividade	Área (km <sup>2</sup> )	%	Característica
0  — 3 %	11,43	8,20	Plano
3  — 8 %	11,37	8,16	Suave Ondulado
8  — 13 %	12,20	8,76	Moderado Ondulado
13  — 20 %	18,09	12,99	Ondulado
20  — 45 %	62,22	44,66	Forte Ondulado
45  — 100 %	23,49	16,86	Montanhoso
Mais de 100 %	0,52	0,37	Escarpado
<b>Total</b>	<b>139,31</b>	<b>100,00</b>	-

Ao analisar a Tabela 4 nota-se que o relevo de Encantado é predominantemente Forte Ondulado a Montanhoso. Considerando o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (Ramalho Filho e Beek, 1995), 25,12% (0 - 13% de declividade) da área total do município compreendem solos aptos à agricultura, desde que com uso de práticas conservacionistas simples. 12,99% (13 - 20% de declividade) do município dependem de práticas intensivas de controle à erosão e em 44,66% (20 - 45% de declividade), o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico. Em 16,86% (45 - 100% de declividade) da área orienta-se que se mantenha a cobertura vegetal nativa ou implantar programas de reflorestamento para tal, apesar de legalmente não haver esta exigência. A classe com mais de 100% de declividade, equivalente a 45°, representa a APP em declividade de acordo com a Lei 4.771 que institui o Código Florestal de 1965 (Brasil, 1965), representando 0,37% da área total do município.

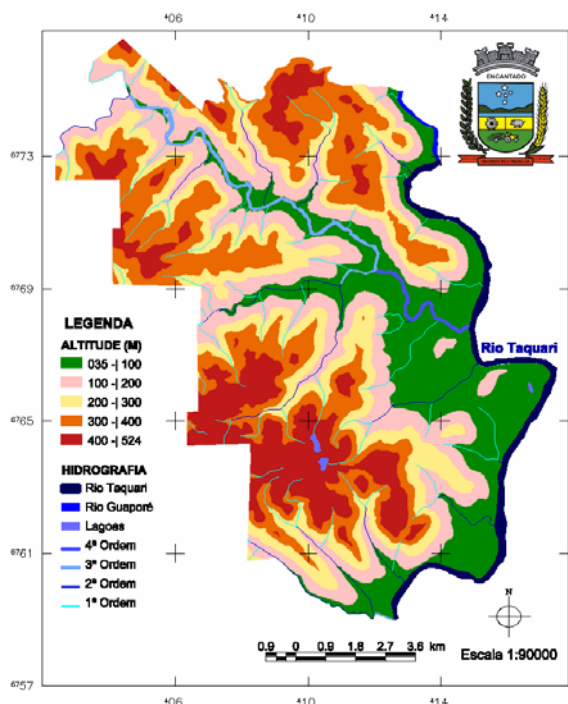


Figura 3 - Hipsometria de Encantado.

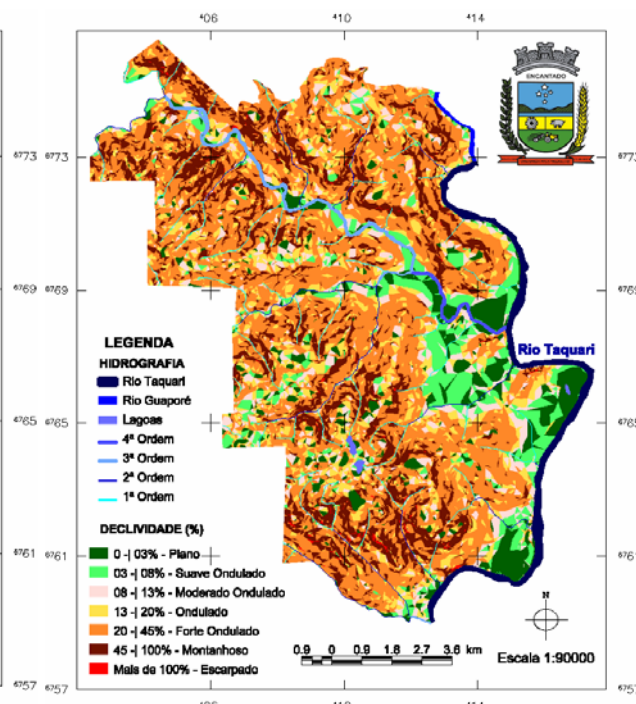


Figura 4 - Clinografia de Encantado.

## 2.5 Uso e Cobertura do Solo

Segundo Liu (2007), o monitoramento e o diagnóstico das classes de uso e cobertura do solo são fundamentais para planejar as ações de conservação e de preservação dos recursos naturais. A classificação supervisionada da imagem do satélite CBERS 2B, bandas 2, 3 e 4, de 16/03/2008 permitiu a geração do cenário do uso e cobertura do solo de Encantado (Figura 5). Foram classificadas as 4 classes de uso e cobertura do solo mais representativas do município: Área Florestal, Uso Agropecuário, Área Urbanizada e Hidrografia (Tabela 5).

Tabela 5 - Cenário do uso e cobertura do solo do município de Encantado.

Classe de Uso e Cobertura do Solo	Área (km <sup>2</sup> )	%
Área Florestal	69,68	50,02
Uso Agropecuário	60,27	43,26
Área Urbanizada	4,56	3,27
Hidrografia	4,80	3,45
<b>Total</b>	<b>139,31</b>	<b>100,00</b>

Encantado, assim como a maior porção do Vale do Taquari, é caracterizado por apresentar propriedades rurais pequenas e essencialmente de agropecuária familiar. Estas propriedades têm tamanho médio de 8 hectares e, em geral, apresentam usos diversos. Estas características dificultam a separação detalhada das classes de uso do solo em imagem de satélite de média resolução espacial. Por este motivo optou-se por realizar uma classificação simplificada das classes de uso e cobertura do solo do município de Encantado.

## 2.5 Áreas de Preservação Permanente - APP

A delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) foi realizada utilizando os critérios estabelecidos pela Lei Federal nº. 7.803, de 18 de julho de 1989 (Brasil, 1989), que alterou a redação do Novo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Brasil, 1965), que considera APP, as florestas e demais formas de vegetação natural, situadas ao longo dos rios ou qualquer curso de água, desde o seu nível

mais alto em uma faixa marginal variável (30 a 500 metros) em função da largura do curso, nas encostas com declividade superior a 45° e topos de morros (Brasil, 1965; 1989).

A área delimitada como APP é de 37,72 km<sup>2</sup>, área que corresponde a 27,08% do município (Figura 6). As classes de uso e cobertura do solo nas APPs indicam que 23,40 km<sup>2</sup> (62,04%) da APP apresentam cobertura florestal, enquanto 14,32 km<sup>2</sup> (37,96%) das APPs apresentam usos antrópicos e, portanto, em conflito com a legislação ambiental.

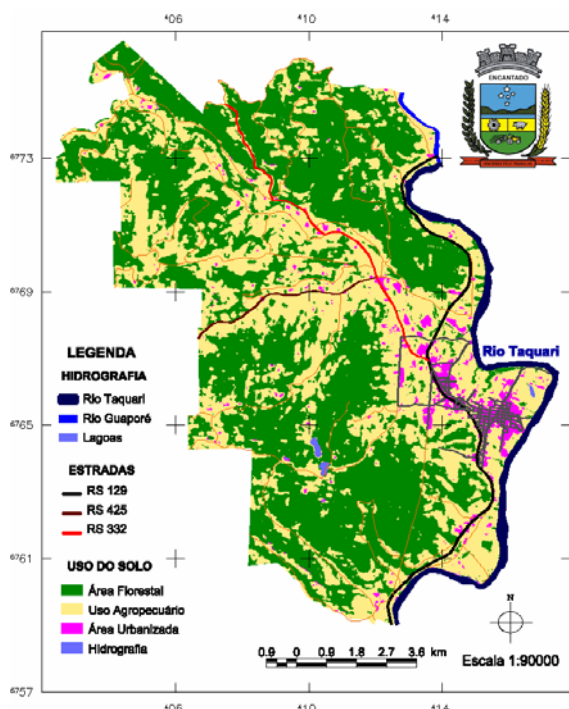


Figura 5 - Uso do Solo de Encantado.

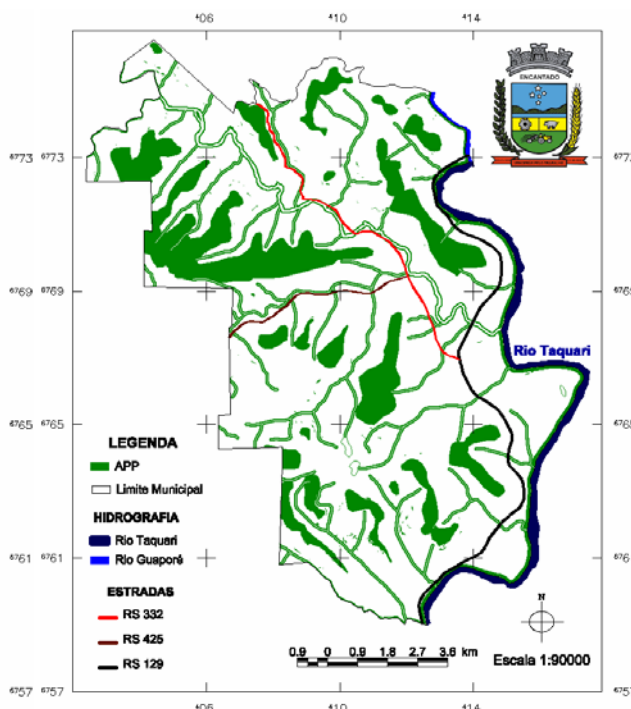


Figura 6 - APP do Município de Encantado.

#### 4. Conclusões

Este estudo apresentou aspectos relativos à utilização de imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento para a organização de um banco de dados com informações territoriais e ambientais que podem ser úteis para o planejamento e o gerenciamento ambiental municipal.

Este banco de dados permite conhecer a realidade geográfica do município e, ao mesmo tempo, incluir novos planos de informação. Quando alguma atividade solicita o licenciamento ambiental, a localização desta pode ser feita sobre os demais planos de informação e analisar as características do local. Um exemplo prático consiste em avaliar se a atividade está em APP ou não. Caso esteja em APP, a licença ambiental não poderá ser expedida pelas restrições ambientais estabelecidas pelo Código Florestal, auxiliando a tomada de decisão.

Espera-se que este trabalho possa contribuir a divulgar a importância do sensoriamento e do geoprocessamento como ferramentas que auxiliam efetivamente em trabalhos de licenciamento ambiental municipal.

#### Agradecimentos

Este artigo apresenta os resultados do trabalho de conclusão, do curso de pós-graduação em Bases Ecológicas para a Gestão Ambiental - Ênfase em Licenciamento Ambiental - realizado pelo Centro Universitário UNIVATES, para obtenção do grau de especialista.

#### Referências Bibliográficas

Assad, E. D.; Sano, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA, 1998. 434 p.

Brasil. Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasil, DF, 16 set. 1965. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L4771.htm#art2i](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm#art2i)> Acesso em: 13 ago. 2008.

Brasil. Lei Federal nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasil, DF, 02 set. 1981. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)> Acesso em: 14 out. 2008.

Brasil. Lei Federal nº. 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº.s 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. **Diário Oficial da União**, Brasil, DF, 20 jul. 1989. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L7803.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7803.htm#art2)> Acesso em: 13 ago. 2008.

Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Resolução nº. 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasil, DF, 17 fev. 1986. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 14 out. 2008.

Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Resolução nº. 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasil, DF, 22 dez. 1997. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>> Acesso em: 14 out. 2008.

Eckhardt, R. R.; Lima, D. F. B.; Rempel, C.; Diedrich, V. L.; Silva, J. F. Utilização do SIG SPRING na organização de bancos de dados geográficos municipais - o caso do município de Vespasiano Corrêa - RS - Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 3853-3860. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.44.51/doc/3853-3860.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2008.

Ferri, G. A. **Encantado II**: sua história, sua gente. Encantado: AJP, 2007. 369 p.

Liu, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006. 908 p.

Novo, E. M. L. **Sensoriamento Remoto**: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992, 308 p.

Paredes, E.A. **Sistemas de Informação Geográfica - Princípios e Aplicações (Geoprocessamento)**. São Paulo: Érica. 674 p.

Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.

Rio Grande do Sul. Lei Estadual nº. 11.520, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. **Diário Oficial**, Rio Grande do Sul, RS, 04 ago. 2000. Disponível em <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/lcodma.htm>> Acesso em: 14 nov. 2008.

Silva, J. S. V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental**. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Taquari MS/MT. 2003. 307 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

Teixeira, C. V.; Castro, C. E. Geoprocessamento no licenciamento ambiental - estudo de caso com mineração. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia, 21, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2003. Artigos, 9 p. On-line. Disponível em: <[http://www.cartografia.org.br/xxi\\_cbc/062-SG12.pdf](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/062-SG12.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2008.

Velasques, I. F. (Coord.). **O Licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul**: conceitos jurídicos e documentos associados. 2. ed. Porto Alegre: FEPAM, 2006. 75 p. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/pnma.asp>>. Acesso em: 14 nov. 2008.