

## Uso das geotecnologias para a elaboração e atualização de informações ambientais e territoriais municipais – estudo de caso para o Município de Três Coroas - RS - Brasil

Rafael Rodrigo Eckhardt <sup>1</sup>  
Juliana Fava e Silva <sup>1</sup>  
Rodrigo de Marsillac Linn <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário UNIVATES  
Caixa Postal 155 - 95900-000 - Lajeado - RS, Brasil  
{rafare, julianaf}@univates.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/CEPSRM  
Caixa Postal 15044 - 91501-970 – Porto Alegre - RS, Brasil  
rodrigo.linn@ufrgs.br

**Abstract.** The study of the geographical space and environmental aspects in him inserted presuppose a series of knowledge and information that can be worked and analyzed with the geotechnologies. This paper aims contextualize the use of the geotechnologies, of whom the geoprocessing tools, remote sensing data and GPS to the elaboration and updating of environmental and territorial information of the Três Coroas municipality, located in the northeast of the Rio Grande do Sul State, with sights to the municipal environmental planning. The results showed a satisfactory group of tabulate and cartographic information of the main themes of the analyzed territory. These information and the thematic maps presented in this study were used by the Três Coroas municipality to the municipal environmental plan elaboration, which consists of one of the main instruments of the environmental planning, besides the directive plans and the environmental zonings.

**Palavras-chave:** geotechnology, environmental diagnosis, environmental planning, geotecnologias, diagnóstico ambiental, planejamento ambiental.

### 1. Introdução

Nos últimos 20 anos, o foco da representação de cidades moveu-se quase inteiramente para o âmbito digital, por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), nos quais os dados podem ser inseridos, armazenados, analisados, visualizados e disseminados (BATTY, 2007). Os SIGs são aceitos como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e, oferece, ao ser implementada, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia (SILVA, 1999; FITZ, 2008). Embora os SIGs constituam a base para tais aplicações, a coleta de dados passou a ser auxiliada de modo crescente por dispositivos remotos, obtidos por imagens de satélite, fotografias aéreas, imagens de radar e uma vasta gama de novas tecnologias, que envolvem o uso de aparelhos de geoposicionamento (GPS) nas mais diferentes escalas (SANTOS, 2004).

De acordo com 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 planejamento ambiental, auxiliando no desenvolvimento sócio-econômico sustentado.

Vários autores consideram que os SIGs são instrumentos vitais para a condução dos métodos de integração dos principais temas ambientais e que a capacidade de alguns desses sistemas de coletar e cruzar conjuntos de dados é quase ilimitada (SANTOS, 2004; GARCIA et al, 2006; MORAES, 2000). Segundo Câmara & Medeiros (1998), os SIGs utilizam operações matemáticas e métodos computacionais para o tratamento das informações, por meio de correlações espaciais, temáticas, temporais e topológicas. Entre as principais

utilizações destacam-se a produção de mapas, a análise espacial e o banco de dados geográficos, com funções de armazenamento, cruzamento e recuperação de dados.

Os mapas representam de forma gráfica um determinado espaço físico. Historicamente tem sido utilizados como fonte primária de informação, um instrumento visual da percepção humana, meio para obter o registro e a análise da paisagem. Os mapas podem ser úteis para ordenar, planejar, e, por sua vez, constituem um suporte indispensável para o planejamento, ordenamento e do uso eficaz dos recursos da terra para diferentes unidades territoriais (países, estados ou municípios), desde que observados os paradigmas relacionados com o desenvolvimento sustentável (ZAMPIERI et al, 2000). Nesta visão, os estudos de mapeamento temático visam a caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento das bases para ações e estudos futuros (MEDEIROS & CÂMARA, 2001).

Neste sentido, este estudo visa contextualizar o uso das geotecnologias para a elaboração e atualização de informações ambientais e territoriais municipais. Em virtude de se tratar de um estudo de caso, a unidade territorial adotada neste estudo foi o município de Três Coroas, localizado no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Os mapas temáticos organizados, com as respectivas informações associadas, proporcionaram a análise e o diagnóstico do cenário físico da área de estudo, permitindo ao gestor público um instrumento de suporte na construção e manutenção do espaço municipal.

## 2. Área de estudo

O Município de Três Coroas está localizado a Nordeste do estado do Rio Grande do Sul, integrando o Conselho Regional de Desenvolvimento Paranhana - Encosta da Serra. Faz divisa com os municípios de Gramado e Canela ao norte, São Francisco de Paula e Taquara a leste, Igrejinha a Sul e Santa Maria do Herval a Oeste (Figura 1). O Município apresenta área de 185,54 km<sup>2</sup> e está inserido nas seguintes coordenadas UTM22 SAD69: 6732000 - 6748000 N e 508000 - 534000 E.

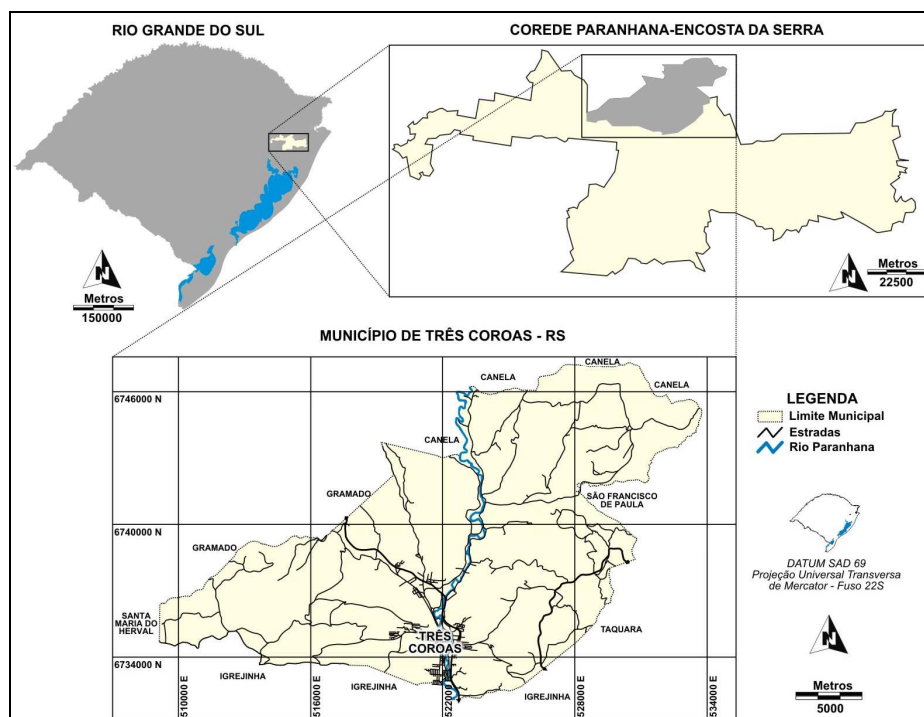


Figura 1 - Localização do Município de Três Coroas

### 3. Metodologia de trabalho

Os métodos empregados para o desenvolvimento deste estudo estão representados na Figura 2.

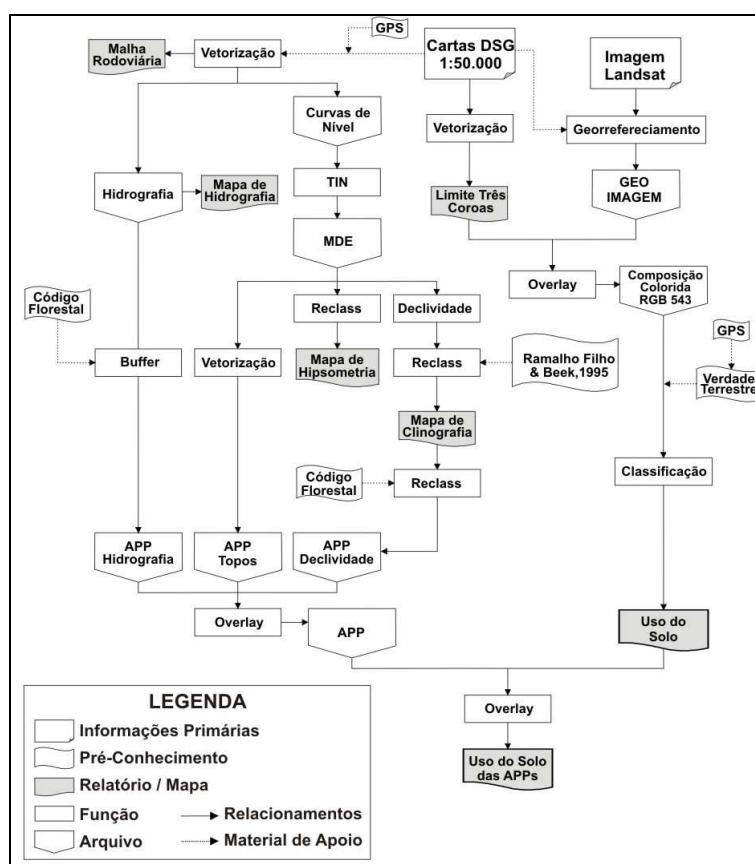


Figura 2 - Fluxograma descrevendo as operações e etapas metodológicas

### 3. Resultados

#### 3.1 Malha Rodoviária

A malha rodoviária do município de Três Coroas contempla um total de 287,45 km de estradas, categorizadas em quatro classes temáticas: Rodovias Estaduais, Estradas Urbanas, Estradas Principais e Estradas Secundárias (Tabela 1 e Figura 3).

Tabela 1 - Extensão da malha rodoviária do município de Três Coroas

Categorização	Pavimentação	Extensão (km)	%
Rodovias Estaduais	Presente	20,31	7,06
Estradas Urbanas	Presente	69,01	24,01
Rodovias Principais	Ausente	85,95	29,90
Rodovias Secundárias	Ausente	112,18	39,03
Total		287,45	100,00

#### 3.2 Hidrografia

A hidrografia ocupa uma área de 3,11 km<sup>2</sup>, sendo que o Rio Paranhana ocupa uma área de 0,79 km<sup>2</sup> e os demais arroios correspondem a 2,13 km<sup>2</sup>. A área com lâmina de água ocupada por açudes corresponde a 0,19 km<sup>2</sup>.

Segundo a classificação adotada por Righetto & Foresti (1980), a rede hidrográfica do município de Três Coroas é classificada como mediana, apresentando 10,60 metros de cursos

de água por hectare (m/ha). Com relação à área ocupada pela hidrografia, 3,11 km<sup>2</sup> correspondem a 1,66% de toda a área do município de Três Coroas. A Tabela 2 apresenta o quadro síntese da área e extensão dos cursos hídricos presentes em Três Coroas e a Figura 3 apresenta a hidrografia e a malha rodoviária do município.

Tabela 2 - Caracterização da rede hidrográfica do município de Três Coroas

Ordem	Comprimento (km)	Área (km <sup>2</sup> )
Rio Paranhana	22,00	0,79
Arroios Principais	79,13	1,10
Arroios Secundários	96,81	1,03
Açudes	-	0,19
Total	197,94	3,11

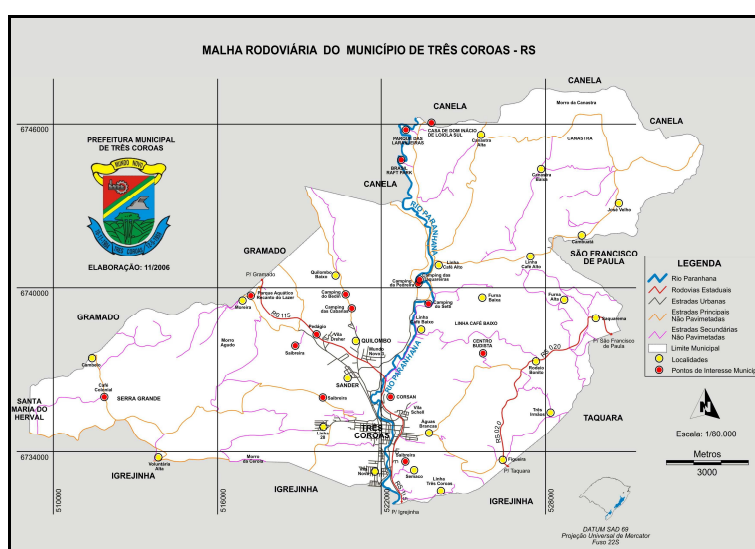


Figura 3 - Mapa da malha rodoviária e hidrografia do município de Três Coroas

### 3.3 Hipsometria

Três Coroas apresenta uma grande variação altimétrica (Tabela 3 e Figura 4). As áreas com menor altitude apresentam 20 metros, localizadas em áreas ao sul do município, entre o bairro Vila Nova e o Arroio Kampff. As maiores altitudes de Três Coroas estão localizadas na região nordeste do município, onde se localiza uma cadeia de montes e morros conhecida regionalmente como Morro da Canastra. O local de maior altitude no referido morro apresenta 918 metros de altitude.

Tabela 3 - Caracterização das classes de altitude do município de Três Coroas

Classe de Altitude	Área (km <sup>2</sup> )	%
020 - 100 m	13,80	7,39
100 - 200 m	31,22	16,72
200 - 300 m	39,71	21,21
300 - 400 m	27,79	14,88
400 - 500 m	28,67	15,35
500 - 600 m	19,39	10,38
600 - 700 m	9,78	5,24
700 - 800 m	13,21	7,07
800 - 918 m	3,18	1,70
Total	186,75	100,00

Como pode ser observado na Tabela 3, o Município de Três Coroas não apresenta uma classe de altitude predominante. As altitudes compreendidas no intervalo de 100 a 500 metros de altitude correspondem a 68,16% da área do município, podendo ser considerado este o intervalo de altitude predominante. Neste intervalo altimétrico, predominam as formações vegetais energéticas, com destaque para os cultivos de Eucaliptus, Acacia e Pinus, além da agricultura familiar e de subsistência.

As altitudes compreendidas entre 600 a 918 metros correspondem a 14,01% do município de Três Coroas e se constituem nas áreas mais elevadas. Estas classes hipsométricas apresentam, predominantemente, florestas nativas, sendo que na área mais a oeste do município ocorre a Floresta Ombrófila Mista ou “Mata de Araucária”. Além disso, nestas áreas mais elevadas ocorrem belezas naturais de destaque, com alto potencial para o turismo ecológico e de aventura. Os locais mais destacados são os Morros da Canastra, Agudo, da Cerola e a Serra Grande.

A classe hipsométrica que compreende as altitudes de 20 a 100 metros representa 7,39% da área de Três Coroas. Está localizada ao longo das margens do Rio Paranhana e principais afluentes, como o Arroio Moreira e o Arroio Cambuatá. Nesta classe hipsométrica está localizada a sede urbana do município de Três Coroas, os bairros e as principais comunidades do município.

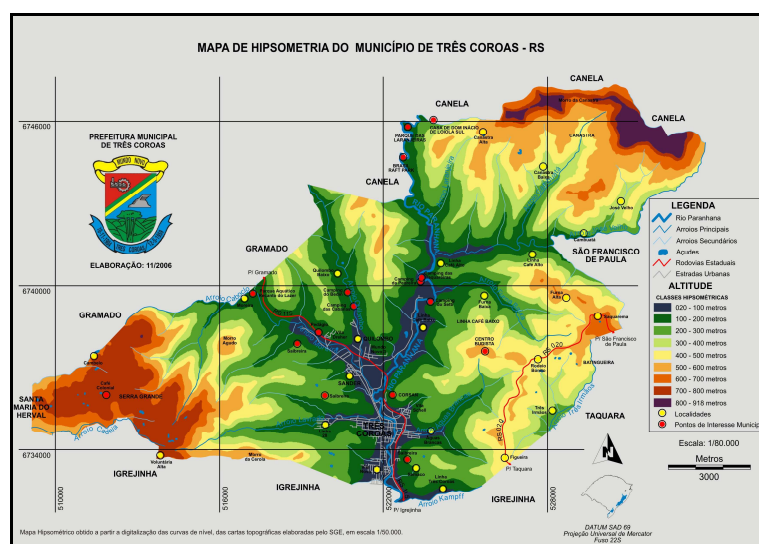


Figura 4 - Mapa de hipsometria do município de Três Coroas

### 3.4 Clinografia

Em virtude da grande variação altimétrica registrada no Município formam-se encostas com elevadas declividades e poucas áreas com terreno plano. Segundo a classificação da declividade de Ramalho Filho e Beek (1995), o relevo de Três Coroas apresenta característica Forte Ondulado em 44,04% do território. No Morro da Canastra, ocorrem encostas escarpadas, com declividades que chegam a formar 90° de declividade.

Considerando o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995), 22,54% (0 a 13% de declividade), da área total da paisagem em estudo compreende solos aptos à agricultura, desde que com uso de práticas conservacionistas simples. Em 15,49% do município (13 a 20% de declividade) o uso da terra depende de práticas intensivas de controle à erosão e em 44,04% (20 a 45% de declividade), o controle à erosão é dispendioso, podendo ser antieconômico.

Nos terrenos com declividades compreendidas entre 45 a 100% de declividade, que correspondem a 17,17% da área de estudo, Ramalho Filho e Beek (1995) orienta que as coberturas vegetais nativas devem ser mantidas ou que sejam implantados 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 (BRASIL, 1965), representando 0,76% da área total do município.

A Tabela 4 apresenta as características da declividade, enquanto a Figura 5 apresenta o Mapa de Clinografia do município.

Tabela 4 - Caracterização das classes de declividade do município de Três Coroas

Classe de Declividade	Característica do Terreno	Área (km <sup>2</sup> )	%
0 - 3 %	Plano	18,68	10,00
3 - 8 %	Suave Ondulado	9,64	5,16
8 - 13 %	Moderado Ondulado	13,78	7,38
13 - 20 %	Ondulado	28,93	15,49
20 - 45 %	Forte Ondulado	82,25	44,04
45 - 100 %	Montanhoso	32,06	17,17
Mais de 100 %	Escarpado	1,41	0,76
Total	-	186,75	100,00

Fonte: adaptado de orientações de Ramalho Filho & Beek (1995)

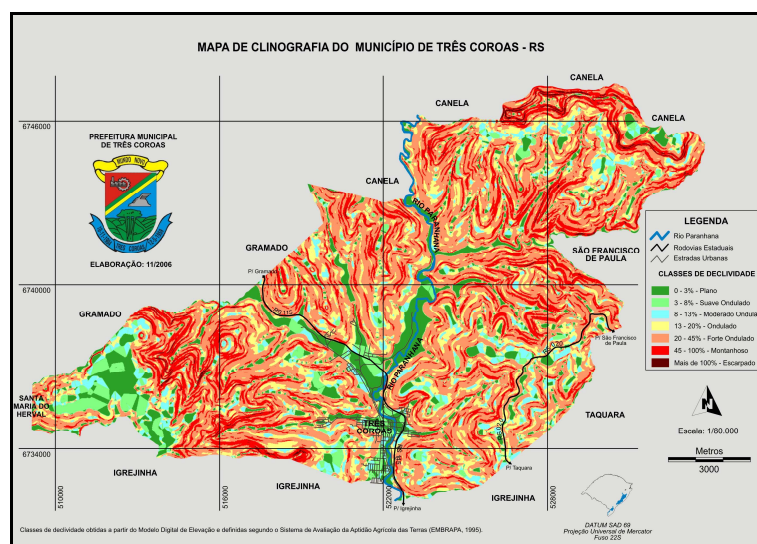


Figura 5 - Mapa de clinografia do município de Três Coroas

### 3.5 Uso e Cobertura do Solo

Segundo Meyer & Turner (1994), o termo cobertura da terra (do Inglês - Land Use and Cover Change - LUCC) se refere ao tipo de cobrimento da superfície terrestre, mas se expandiu subsequentemente para incluir estruturas humanas e outros aspectos do ambiente físico. Uso da terra diz respeito à finalidade para a qual a terra é usada pela população humana local (FAO, 1993). De acordo com Briassoulis (2000), o termo uso e cobertura da terra designa mudanças quantitativas (aumento ou diminuição) de um dado tipo de cobertura ou uso do solo. Segundo esta ótica, mesmos usos podem apresentar diferentes coberturas e vice-versa.

A classificação da imagem ETM+ do satélite Landsat, de 31/01/2003 permitiu o mapeamento de 8 classes de uso e cobertura do solo presentes em Três Coroas, a saber: Floresta Nativa Original, Floresta Energética, Vegetação Secundária, Agricultura, Pastagem Antrópica, Solo Exposto, Área Urbana e Água. Esta etapa do estudo permitiu estabelecer o cenário do uso e cobertura do solo do município de Três Coroas (Tabela 5 e Figura 6).

Tabela 5 - Cenário de uso e cobertura do solo do município de Três Coroas

Classe de Uso do Solo	Área (km <sup>2</sup> )	%
Floresta Nativa Original	87,14	46,66
Floresta Energética	14,88	7,97
Vegetação Secundária	27,47	14,71
Agricultura	28,64	15,34
Pastagem Antrópica	18,32	9,81
Solo Exposto	1,93	1,03
Área Urbana	5,26	2,82
Água	3,11	1,66
<b>Total</b>	<b>186,75</b>	<b>100</b>

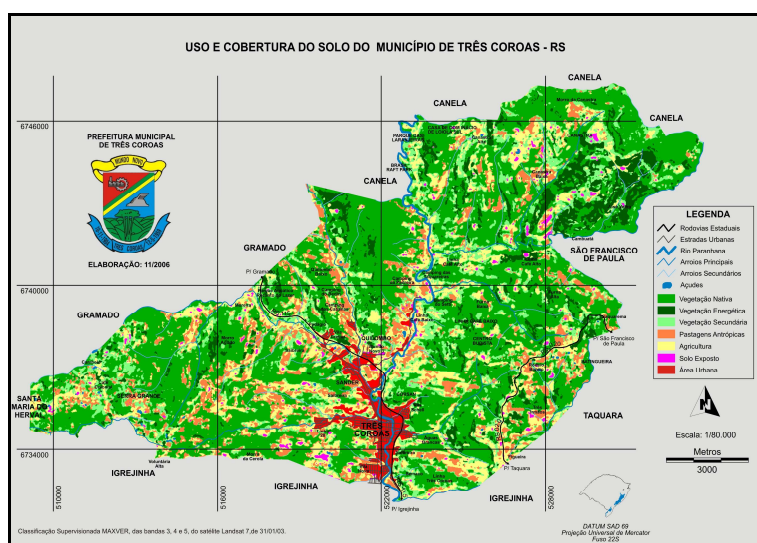


Figura 6 - Mapa de uso e cobertura do solo do município de Três Coroas

### 3.6 Uso e Cobertura do Solo das Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanentes dos ambientes ripários (ao longo dos rios, arroios e córregos), topos de morros e declividades superiores a 45° ou equivalente a 100% delimitadas no município de Três Coroas correspondem a 40,39 km<sup>2</sup>, valor que corresponde a 21,63% da área total do município. A Tabela 6 indica a área ocupada por cada classe de uso e cobertura do solo nas áreas de preservação permanente mapeadas no município e a Figura 7 apresenta o mapa das APPs de Três Coroas.

Tabela 6 - Cenário do uso e cobertura do solo das APPs do município de Três Coroas

Classe de Uso e Cobertura do Solo	Área (km <sup>2</sup> )	%
Floresta Nativa Original	23,76	46,66
Floresta Energética	3,42	7,97
Vegetação Secundária	4,76	14,71
Agricultura	4,69	15,34
Pastagem Antrópica	2,47	9,81
Solo Exposto	0,29	1,03
Área Urbana	1,00	2,82
<b>Total</b>	<b>40,39</b>	<b>100</b>

Observando a Tabela 6, percebe-se que 61,37% da área de APP do município de Três Coroas apresentam cobertura de acordo com a legislação ambiental, apresentando dessa forma

floresta nativa ou vegetação secundária. Porém, 38,63% das APPs apresentam usos em conflito com a legislação ambiental. Destes, têm destaque o uso agrícola, correspondendo a 15,34% da APP e a floresta energética, que soma 14,71% da APP do município. Os demais usos antrópicos correspondem 8,58% da área de APP. As áreas agrícolas localizadas em APP correspondem principalmente aos cultivos realizados até as margens dos cursos hídricos. Por sua vez, a floresta energética em APP, além de ser cultivada às margens dos cursos hídricos, também ocorre em elevadas declividades.

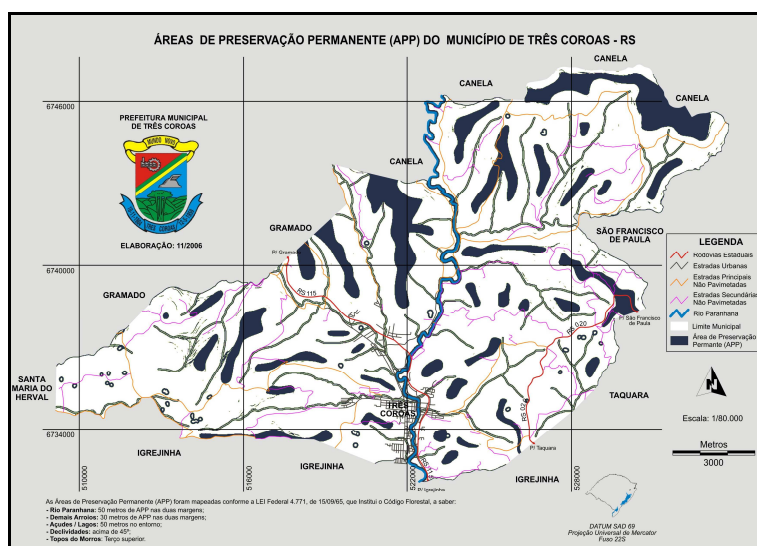


Figura 7 - APPs do município de Três Coroas

#### 4. Conclusões e considerações finais

O presente estudo explorou aspectos relativos à utilização das geotecnologias, dentre as quais, o uso de imagens de satélite de média resolução espacial, o uso do sistema de posicionamento global (GPS) e as técnicas de geoprocessamento para a elaboração de informações cartográficas e territoriais municipais. A caracterização ambiental e territorial do município de Três Coroas, localizado no estado do Rio Grande do Sul, resultou em um conjunto satisfatório de informações tabulares e cartográficas dos principais temas do território estudado. As informações e os mapas temáticos apresentados neste estudo foram utilizados pelo município de Três Coroas na elaboração do plano ambiental municipal, que consiste em um dos principais instrumentos do planejamento ambiental, além dos planos diretores e dos zoneamentos ambientais.

Como resultado da dificuldade em utilizar as áreas com elevadas declividades, a população residente nas áreas rurais implantaram cultivos de eucaliptos, acácia e pinus. Esta foi uma alternativa encontrada para agregar valor econômico às áreas que dificilmente poderiam ser utilizadas com culturas agrícolas tradicionais. Ao mesmo tempo, considerando o aspecto ambiental, o desenvolvimento de florestas energéticas e culturas permanentes em áreas íngremes são usos indicados por reduzirem os processos erosivos e a lixiviação do solo em comparação com as culturas temporárias tradicionais.

Ainda em termos ambientais, os resultados apontaram a necessidade de ações nos locais impactados pelas atividades antrópicas nas APPs. Sob o aspecto legal, todos os usos antrópicos, como por exemplo, as florestas energéticas, as áreas agropecuárias e as áreas urbanas localizadas nas APPs estão em uma situação de conflito ambiental, exigindo-se intervenção na tentativa de regularizar e recuperar estas áreas.

#### 5. Referências

Batty, M. Apresentação. In: Geoinformação em urbanismo: cidade real X cidade virtual.



- Brasil. Lei Federal nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 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: 10 fev. 2009.
- Briassoulis, H. Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. Lesvos: University of Aegean, 2000. Disponível em <<http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- Câmara, G.; Medeiros, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura. ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). Brasília: Embrapa, 1998. p. 3-11.
- Fitz, P. R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 160 p.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agro-ecological assessments for national planning: the example of Kenya. Rome: FAO, 1993, 154 p.
- Garcia, J. M. P.; Xavier-da-Silva, J.; Góes, M. H. de B.; Dias, J. E. Avaliação ambiental por geoprocessamento para delimitação e classificação de áreas de suscetibilidade a movimentos de massa na região de Itatiaia, Estado do Rio de Janeiro. Caminhos de Geografia. v.7, n. 17, 199-209, fevereiro, 2006. Disponível em <<http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br>> Acesso em: 10 fev. 2009.
- Medeiros, J. S. de; Câmara, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: Introdução à Ciência da Geoinformação.
- Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. (Org.), São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1-36. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoesambientais.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- Meyer, W. B.; Turner, B. L. (Eds). Changes in Use and Land Cover: a global perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 549p.
- Moraes, L. A. F. de. Subsídios para o gerenciamento dos recursos naturais da sub-bacia do Rio Paraná, em um trecho entre Porto São José e Jupiá. 2000. 309 páginas. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2000.
- Paredes, E. A. Sistemas de Informação Geográfica - Princípios e Aplicações (Geoprocessamento). São Paulo: Érica, 1994, 674 p.
- Ramalho Filho, A.; Beek, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1995, 65 p.
- Righetto, A. M.; Foresti, E. Bacia Experimental Rio Jacaré-Guaçu. São Carlos: EESC-USP, 1980. 114 p.
- Silva, A. B. Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas: Unicamp, 1999. 236 p. (Coleção Livro-Texto).
- Santos, R. F. dos. Planejamento Ambiental - teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 184 p.
- Zampieri, S. L.; Rosot, N. C.; Duarte, S. B.; Loch, C. Mapas Sugeridos para Implementar Cadastros Técnicos Multifinalitários para o Meio Rural em Apoio aos Sistemas Integrados de Gestão Ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 4, Florianópolis, 2000. Anais... Florianópolis: UFSC, 2000.