

AS GEOTECNOLOGIAS NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL - ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE TRÊS COROAS - RS - BRASIL

Rafael Rodrigo Eckhardt ¹
Juliana Fava e Silva ²
Rodrigo de Marsillac Linn ³

RESUMO

O estudo do espaço geográfico e dos aspectos ambientais nele inseridos pressupõe uma série de conhecimentos e informações que podem ser trabalhados e analisados com as geotecnologias. Este artigo visa contextualizar o uso das geotecnologias, dentre os quais, as ferramentas de geoprocessamento, dados de sensoriamento remoto e GPS para a elaboração e atualização das informações ambientais e territoriais do município de Três Coroas, localizado no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, com vistas ao planejamento ambiental municipal. Os resultados revelaram um conjunto satisfatório de informações tabulares e cartográficas dos principais temas do território estudado. Estas 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 os zoneamentos ambientais.

Palavras-chave: Geotecnologia, Diagnóstico Municipal, Planejamento Ambiental.

GEOTECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF THE MUNICIPAL ENVIRONMENTAL PLANNING - CASE STUDY FOR THE TRÊS COROAS MUNICIPALITY - RS - BRASIL

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.

Keywords: Geotechnology, Environmental Diagnosis, Environmental Planning.

¹ Biólogo e Mestre em Sensoriamento Remoto, Professor do Curso de Engenharia Ambiental e Coordenador do Núcleo de Geoprocessamento do Centro Universitário UNIVATES, Rua Avelino Tallini, 171, Bairro Universitário, Caixa Postal 155, CEP 95900-000, Lajeado, RS, rafare@univates.br.

² Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas, Estagiária da Secretaria de Meio Ambiente do município de Lajeado, Rua Liberato Salzano Vieira da Cunha, 15, Bairro Americano, Caixa Postal 155, CEP 95900-000, Lajeado, RS, julianaf@universo.univates.br.

³ Arquiteto e Urbanista e Mestre em Sensoriamento Remoto. Arquiteto da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, Avenida Borges de Medeiros, 2244, Praia de Belas, CEP 90110-150, Porto Alegre, RS, rsillac@terra.com.br.

INTRODUÇÃO

Segundo Goldemberg & Lucon (2008), o meio ambiente no qual vivemos muda continuamente devido a causas naturais, sobre as quais se tem pouco controle. As estações do ano são as mais evidentes dessas mudanças, principalmente nas regiões de grandes latitudes. Sob o rótulo genérico de eventos naturais extremos há vários fenômenos, variados em quantidade e complexos em intensidade, que causam alterações no meio ambiente. A maioria desses eventos está ligada, direta ou indiretamente, à atmosfera: inundações, secas, nevoeiros, geadas, granizos, descargas elétricas, nevascas, tornados, ondas de calor, ciclones tropicais, vendavais (WHITE, 1974), além de erupções vulcânicas, terremotos e maremotos (GOLDEMBERG & LUCON, 2008).

A vida sobre a Terra tem mostrado uma capacidade surpreendente em suportar variações desses fenômenos. A humanidade, em particular, se adaptou bem às mudanças do clima após a última glaciação, a cerca de dez mil anos atrás, quando a maior parte do hemisfério norte foi coberta por gelo e neve. Contudo, a maioria das grandes mudanças em nosso meio ambiente ocorreu lentamente ao longo do tempo, durante muitos séculos (GOLDEMBERG & LUCON, 2008).

Recentemente tem-se presenciado mudanças consideráveis no ambiente causadas pela ação do homem. Estas mudanças, denominadas antropogênicas, eram insignificantes antes da Revolução Industrial ocorrida no século XIX, mas se tornaram preocupantes devido ao aumento populacional e ao uso predatório dos recursos naturais, notadamente os energéticos. Desde a Revolução Industrial, transcorridos cerca de 150 anos, os impactos ambientais de origem antropogênica se tornaram comparáveis aos causados por efeitos naturais por sua magnitude (GOLDEMBERG & LUCON, 2008).

As ações humanas promovem a ocupação do espaço, seja para agricultura, seja para a exploração de matérias-primas e outros recursos, seja para modificações de uso ou construção de estruturas para a vida em sociedade. Ao longo da evolução, o ser humano promoveu diversas modificações nas características de seu ambiente, sobre o qual exerce grande influência (REFOSCO, 2006). De acordo com Milaré (2006), é sabido que todo e qualquer projeto desenvolvimentista interfere no meio ambiente, e, sendo certo que o crescimento é um imperativo, impõem-se discutir os instrumentos e mecanismos que os conciliem, diminuindo ao máximo os impactos ecológicos negativos e, conseqüentemente, os custos sócio-econômicos.

De modo geral, os impactos ambientais têm várias causas, tais como o aumento populacional, indústria, transportes, agricultura e até mesmo o turismo. Os impactos também estão intrinsecamente relacionados com as mudanças dos padrões de consumo e suas conseqüentes pressões sobre os recursos naturais. A visão de que a natureza deve servir ao homem não justifica o desenvolvimento a qualquer custo, nem a desconsideração de impactos ambientais devido aos seus múltiplos tipos e intensidades (GOLDEMBERG & LUCON, 2008).

O planejamento ambiental surgiu, nas últimas três décadas, em razão do aumento da competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida das populações. Surgiu também como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista, buscando o desenvolvimento como um estado de bem-estar humano, ao invés de um estado de economia nacional. O planejamento ambiental vem como uma solução a conflitos que possam ocorrer entre as metas da conservação ambiental e do planejamento tecnológico (SANTOS, 2004).

Os planejamentos ambientais, segundo Santos (2004), são organizados dentro de uma estrutura que envolve pesquisa, análise e síntese. A pesquisa tem o objetivo de reunir e organizar dados para facilitar sua interpretação. Os dados organizados são avaliados para atingir a compreensão do meio estudado, com seus acertos e conflitos, constituindo a fase da análise. A síntese refere-se à aplicação dos conhecimentos alcançados para a tomada de decisões.

O planejamento ambiental apresenta-se como um processo flexível e dinâmico, baseado na descrição detalhada de uma unidade de paisagem e fundamentado em mapas recentes, essenciais à elaboração de uma infra-estrutura básica de dados para a interpretação, avaliação e decisão a respeito do manejo da unidade em questão (PIRES, 1995). Metodologicamente, esta concepção exige, a princípio, uma definição da unidade espacial de trabalho, a partir da compreensão da área que contenha as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo homem (SANTOS, 2004). A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é de aceitação universal, constituindo um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso de água e seus afluentes, onde as interações, pelo menos físicas, são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas (ARGENTO & CRUZ, 1996; SANTOS, 2004).

A carência de informações consistentes dentro das administrações públicas e a crescente demanda por integração dos processos de coleta de dados levaram um grande número de municípios a buscar na tecnologia da informação recursos para planejar as cidades. O uso desta tecnologia deve ser visto como um meio para um fim social devendo contribuir tanto para a promoção de intervenções políticas adequadas, como para a avaliação das mesmas, uma vez que os governos municipais têm um papel destacado na melhoria da qualidade de vida e no incentivo ao desenvolvimento local (DOMINGUES & FRANÇOSO, 2008).

Segundo Ranieri (2000), há uma convergência de autores por ele estudados, inclinados pelo uso de espaços territoriais não muito extensos e com autonomia administrativa como unidade territorial básica para o planejamento ambiental. A adoção de limites municipais evita excessivas generalizações nas etapas da pesquisa e análise, permite a participação dos atores sociais envolvidos e torna possível a execução das políticas públicas.

Nos últimos 20 anos, o foco da representação de cidades e regiões 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, têm 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).

OBJETIVOS

Este estudo visa contextualizar o uso das geotecnologias, dentre os quais, as ferramentas de geoprocessamento, dados de sensoriamento remoto e GPS 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.

METODOLOGIA

Para a execução do estudo proposto no município de Três Coroas foi elaborada uma base cartográfica digital de informações, envolvendo o uso de cartas topográficas analógicas (Tabela 1), elaboradas pela Diretoria do Serviço Geográfico do

Exército Brasileiro, escala 1/50.000 e imagem ETM+ do satélite Landsat 7, composta pelas bandas 3, 4 e 5, da órbita-ponto 221/080, de 31/01/03.

As cartas topográficas, em formato analógico, foram convertidas para o formato digital por *scanner* de mesa, georreferenciadas no Sistema de Informação Geográfica (SIG) Idrisi Kilimanjaro e vetorizadas as curvas de nível, a malha rodoviária e a rede hidrográfica no *software* CartaLinx. Atividades de campo foram realizadas para aquisição de pontos representativos dos tipos de uso e cobertura do solo presentes no município de Três Coroas utilizando GPS de navegação. Além disso, a malha rodoviária foi atualizada através de mapeamento em campo utilizando as funções de trilha disponíveis no GPS de navegação. As atividades de campo consistiram no levantamento de pontos representativos dos tipos de uso e cobertura do solo presentes no município de Três Coroas utilizando GPS. Além disso, a malha rodoviária foi atualizada através de mapeamento em campo utilizando as funções de trilha disponíveis no GPS.

Tabela 1 - Relação de cartas topográficas analógicas utilizadas no estudo

Nome da Folha	Nomenclatura	Mapa Índice (MI)	Última Edição
São Francisco de Paula	SH.22-X-C-I-4	2954-4	1980
Canela	SH.22-X-C-I-3	2954-3	1980
Rolante	SH.22.X-C-IV-2	2971-2	1980
Taquara	SH.22.X-C-IV-1	2971-1	1979

A vetorização da hidrografia permitiu a obtenção de dados referentes à extensão, área e densidade da rede de drenagem de Três Coroas. Além disso, a hidrografia foi necessária para a delimitação da Área de Preservação Permanente (APP) no entorno de cursos de água, estabelecida pelo Código Florestal do Brasil (BRASIL, 1965). Mais detalhes da delimitação das APPs serão vistos adiante.

As curvas de nível, a partir da rede irregular triangular, geraram o modelo digital de elevação (MDE) do município. As elevações foram reclassificadas em 9 classes de altitude, em intervalos regulares de 100 metros, permitindo a obtenção do Mapa de Hipsometria. O MDE também permitiu a obtenção da declividade do terreno, os quais foram gerados em percentual e reclassificados para classes temáticas, em intervalos irregulares, de acordo com as orientações de Ramalho Filho & Beek (1995).

A imagem de satélite foi georreferenciada no SIG Idrisi com apoio de pontos de controle medidos nas cartas topográficas. A classificação foi realizada de forma supervisionada, pelo método da Máxima Verossimilhança Gaussiana, utilizando os

pontos de controle medidos em campo, que representam os diferentes tipos de uso e cobertura do solo do município.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram delimitadas pelos 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). De acordo com esses critérios, foram consideradas APPs, 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 e nas encostas com declividade superior a 45° (BRASIL, 1965; 1989). As APPs dos reservatórios artificiais e dos topos de morros, montes, montanhas e serras foram delimitadas, respectivamente, de acordo com as orientações das resoluções 302 e 303 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 20 de março de 2002 (CONAMA, 2002). A Figura 1 apresenta o fluxograma descrevendo as operações e etapas metodológicas envolvidas na elaboração do estudo realizado no município de Três Coroas.

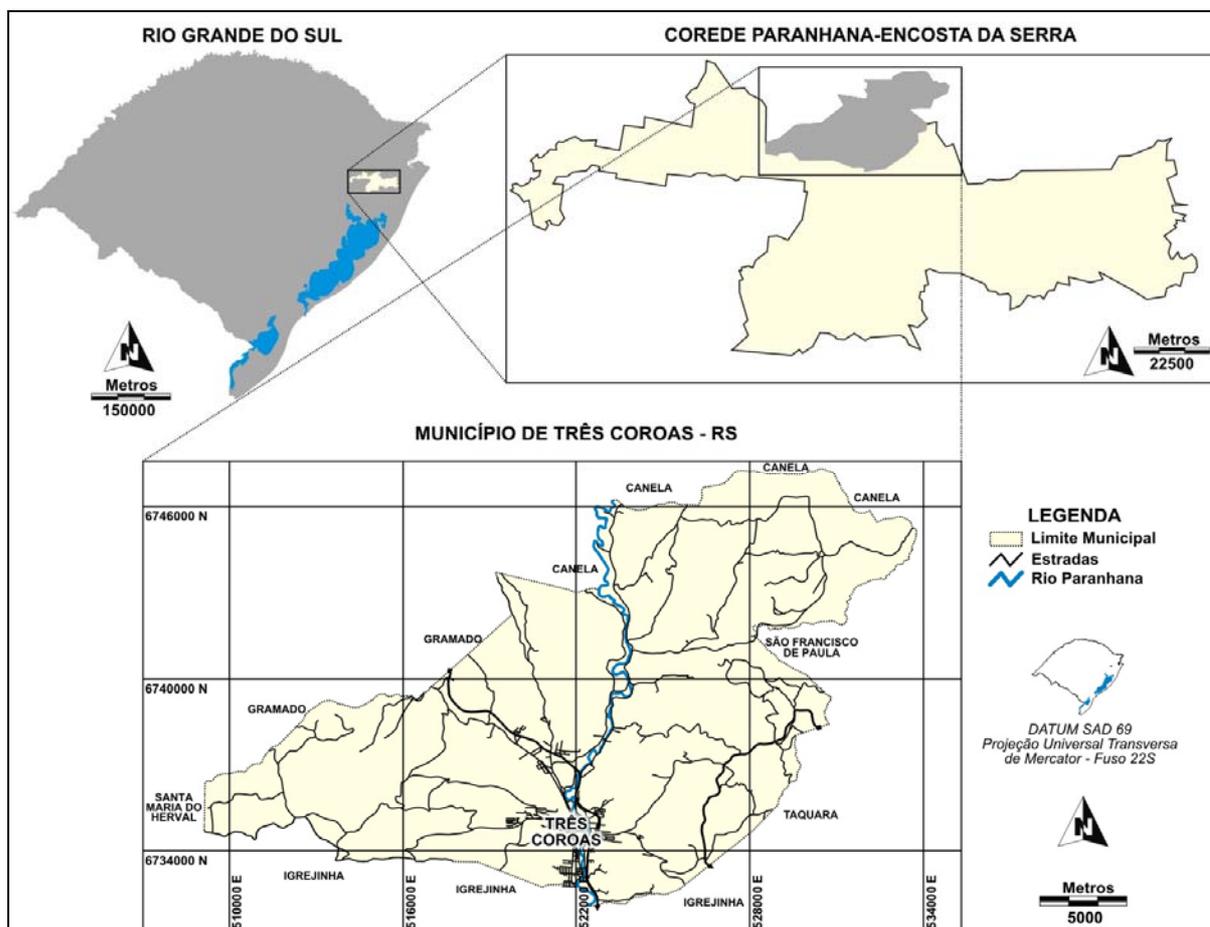


Figura 2 - Localização do município de Três Coroas

Segundo contagem da população realizada pelo IBGE, a população do município de Três Coroas é de 22.905 habitantes (IBGE, 2007), sendo predominante a etnia Alemã, mas com presença da etnia Italiana e Lusa. Os destaques econômicos do município de Três Coroas são as atividades industriais, serviços, turismo ecológico e de aventura e a atividade agropecuária.

Malha Rodoviária

O município de Três Coroas é perspassado por duas rodovias estaduais (RS 115 e RS 020), apresentando acesso asfaltado pela RS 115, rodovia que liga a Região das Hortênsias (Gramado e Canela) à Região Metropolitana de Porto Alegre. Três Coroas está localizado a 92 km de Porto Alegre. A RS 020 liga o município de Taquara à Região Nordeste do RS (São Francisco de Paula e Cambará do Sul).

A malha rodoviária do município de Três Coroas foi atualizada em campo com GPS e contempla um total de 287,45 km de estradas, categorizadas em quatro classes temáticas: Rodovias Estaduais, Estradas Urbanas, Estradas Principais e Estradas Secundárias (Tabela 2 e Figura 3).

Tabela 2 - 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

Fonte: dos autores

Hidrografia

O município de Três Coroas apresenta a hidrografia composta predominantemente por arroios e córregos, sendo o rio Paranhana o mais importante curso hídrico. A hidrografia ocupa uma área de 3,11 km², sendo que o Rio Paranhana ocupa uma área de 0,79 km² e os demais arroios correspondem a 2,13 km². Além dos cursos de água, são encontrados alguns açudes, utilizados como reservatório de água para dessedentação, principalmente do gado bovino. A área com lâmina de água ocupada por açudes corresponde a 0,19 km².

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 km² correspondem a 1,66% de toda a área do município de Três Coroas. A Tabela 3 apresenta o quadro síntese da área e a extensão dos cursos hídricos presentes no município de Três Coroas e a Figura 3 apresenta a hidrografia e a malha rodoviária do município de Três Coroas.

Tabela 3 - Caracterização da rede hidrográfica do município de Três Coroas

Ordem	Comprimento (km)	Área (km²)
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

Fonte: dos autores

Importante salientar que o Rio Paranhana se constitui num atrativo turístico buscado intensivamente por turistas de várias partes do Rio Grande do Sul e inclusive de outros estados. O seu porte e a característica de apresentar cachoeiras favorecem a prática de esportes de aventura, como a canoagem e o *rafting*. No município ainda existem diversos parques e *campings* ao longo do Rio Paranhana, que apresentam toda a estrutura para a prática de esportes de aventura (*rafting*, tirolesa, canoagem e rapel).

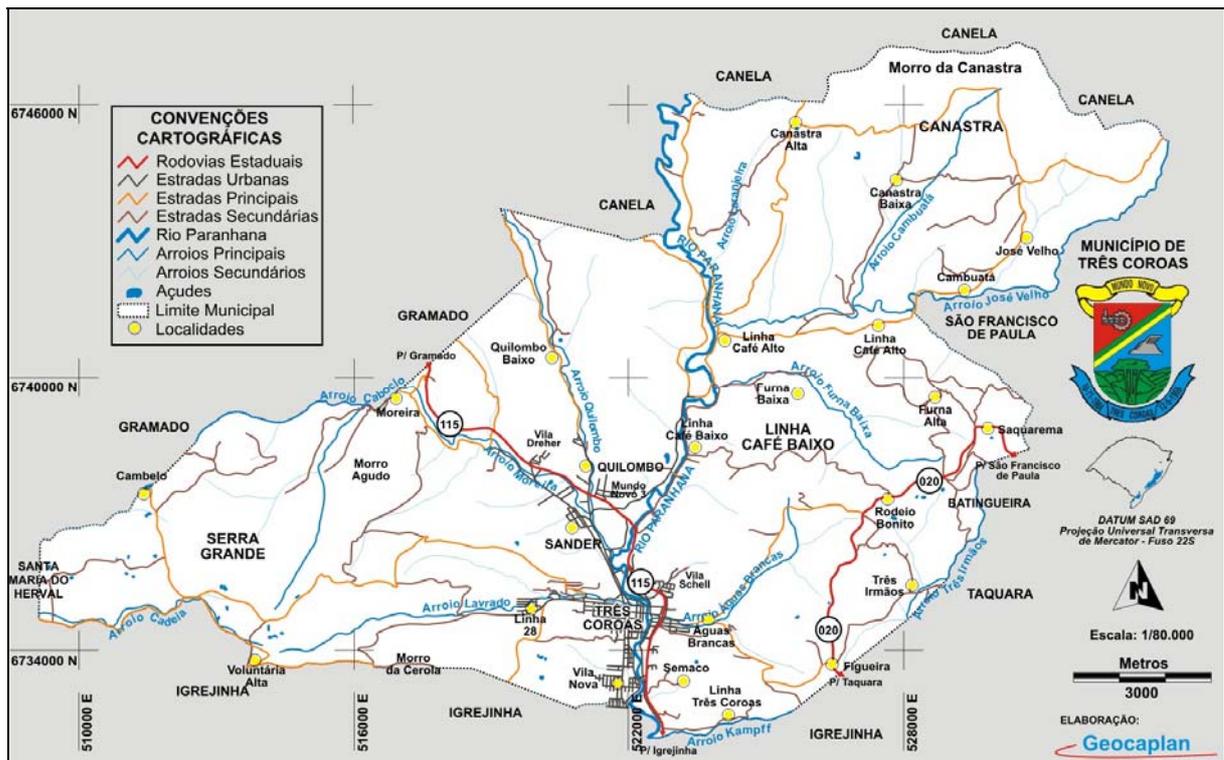


Figura 3 - Mapa da malha rodoviária e hidrografia do município de Três Coroas

Hipsometria

O município de Três Coroas apresenta uma grande variação altimétrica. Apresenta como cota mais baixa, 20 metros na área mais ao sul do município, entre o bairro Vila Nova e o Arroio Kampff. Como cota mais alta apresenta 918 metros de elevação, na região nordeste do município, onde forma uma cadeia de montes conhecida como Morro da Canastra. As altitudes, como descrito no capítulo da Metodologia, foram agrupadas em intervalos de 100 metros, gerando 9 classes hipsométricas (Tabela 4 e Figura 4).

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

Classe de Altitude	Área (km ²)	%
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

Fonte: dos autores

Como pode ser observado na Tabela 4, o município de Três Coroas não apresenta uma classe de altitude predominante na qual está localizada a maior área do município. 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.

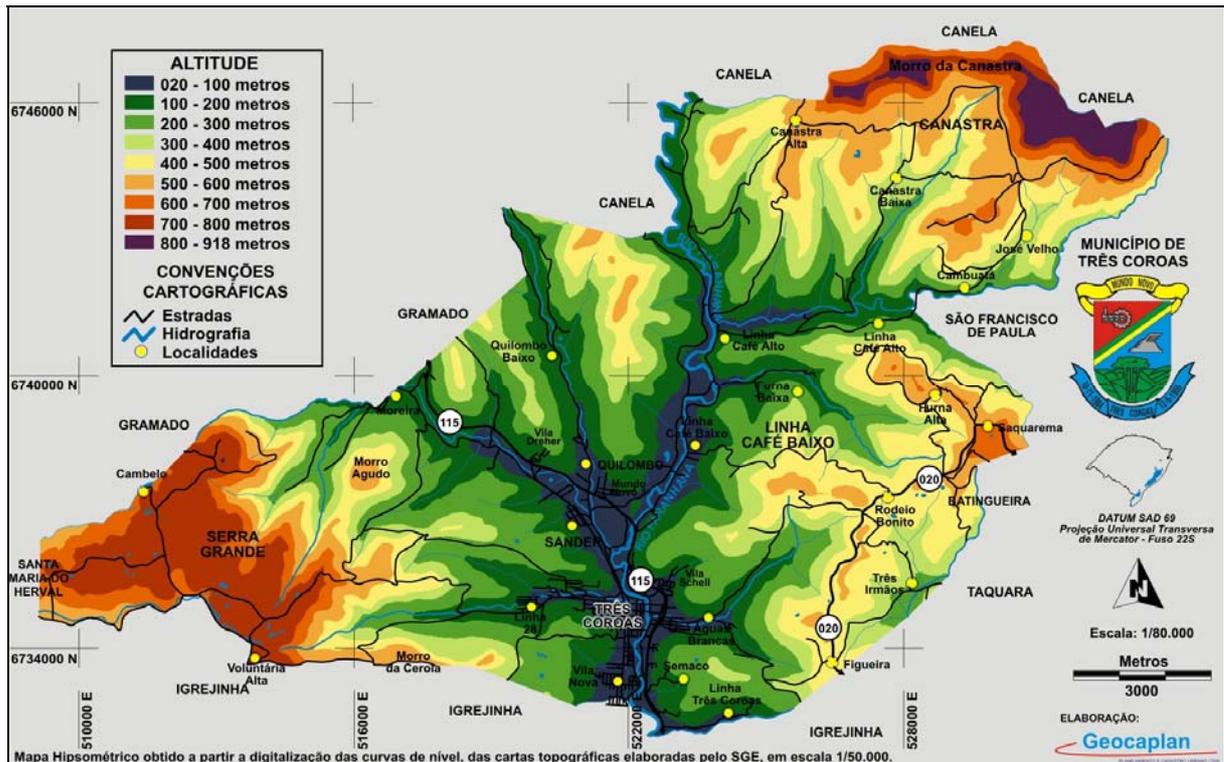


Figura 4 - Mapa de hipsometria do município de Três Coroas

Clinografia

As declividades do terreno do município de Três Coroas foram geradas em percentual a partir do Modelo Digital de Elevação do município e reclassificadas em classes temáticas de acordo com as orientações do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). A Tabela 5 apresenta as características da declividade, enquanto a Figura 5 apresenta o Mapa de Clinografia do município.

Tabela 5 - Caracterização das classes de declividade do município de Três Coroas

Classe de Declividade	Característica do Terreno	Área (km ²)	%
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: dos autores, segundo orientações de Ramalho Filho & Beek (1995)

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. 15,49% (13 a 20% de declividade) dependem 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. Em 17,17% (45 a 100% de declividade) da área orienta-se que a cobertura vegetal nativa seja mantida 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.

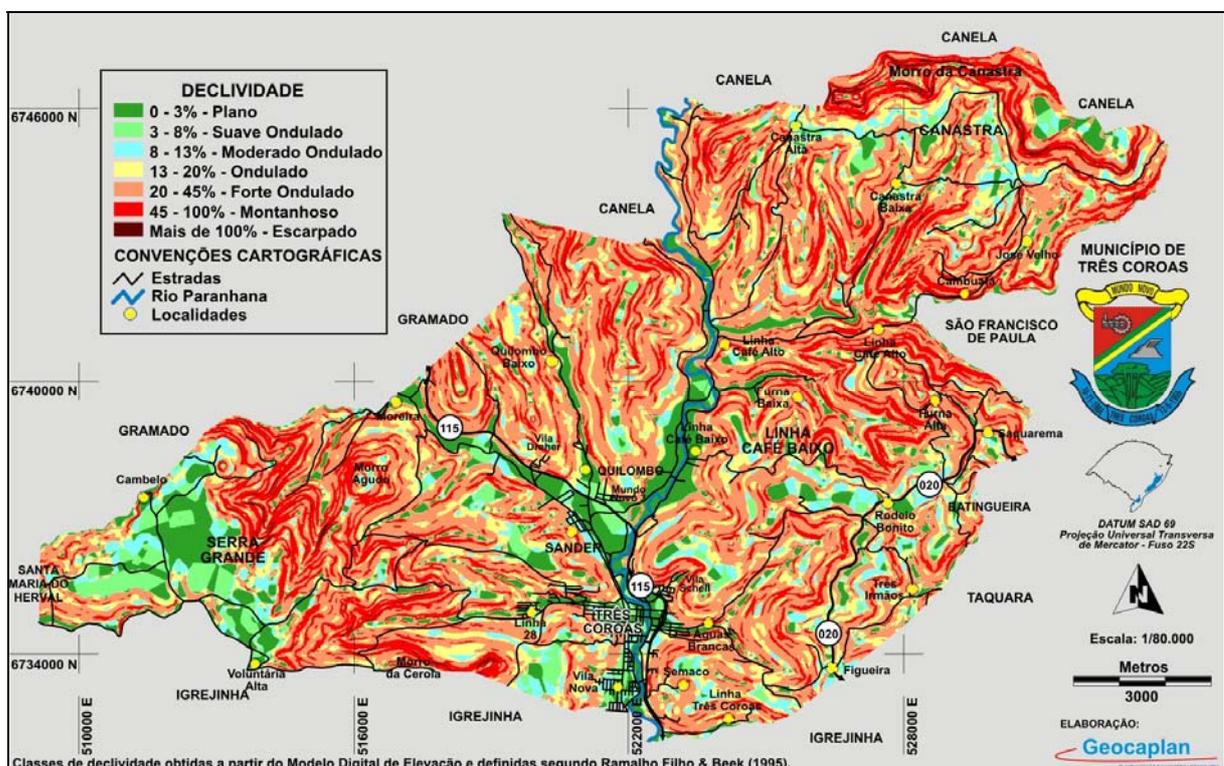


Figura 5 - Mapa de clinografia do município de Três Coroas

Ao analisar a Figura 5, observa-se que em termos de declividade, basicamente, duas unidades distintas estão presentes no município. A primeira constitui

as áreas mais aplainadas. Estas áreas estão localizadas na região central do município, acompanhando o Rio Paranhana e os principais afluentes. As demais áreas estão localizadas a oeste do município, entre as localidades de Voluntária Alta e Cambelo. A sede municipal e os principais bairros estão localizados nas áreas mais aplainadas do município de Três Coroas.

A segunda unidade apresenta áreas muito íngremes, apresentando inclusive áreas classificadas como escarpadas e que estão bem conservadas com relação à presença de florestas nativas. As regiões que apresentam as maiores declividades estão localizadas na Serra da Canastra, Serra Grande e nas imediações das localidades de Furna Alta e Quilombo. As elevadas declividades associadas com os solos litólicos e pouco profundos dificultam o uso destas áreas para o desenvolvimento da atividade agrícola. É indicada a manutenção da cobertura vegetal como forma de atenuar os processos naturais e antrópicos de lixiviação e erosão do solo.

Uso e Cobertura do Solo

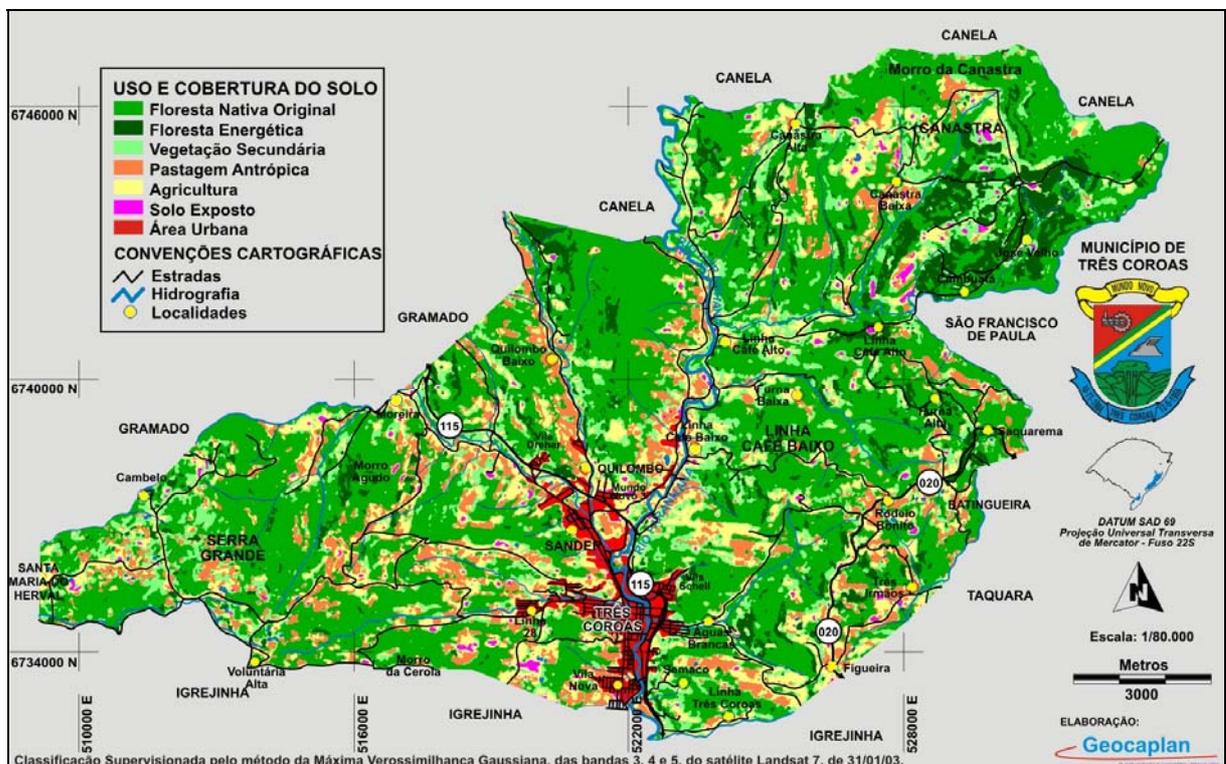
Segundo Meyer & Turner (1994), o termo cobertura da terra (do Inglês - *Land Use and Cover Change* - LUCC) se refere ao tipo de cobrimento da superfície terrestre, mas se expandiu subsequentemente para incluir estruturas humanas e outros aspectos do ambiente físico. Uso da terra diz respeito à finalidade 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 6 e Figura 6).

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

Classe de Uso do Solo	Área (km ²)	%
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
Total	186,75	100

Fonte: dos autores

**Figura 6** - Mapa de uso e cobertura do solo do município de Três Coroas Floresta Nativa Original

Considerando questões históricas e ecológicas deve-se ressaltar que o estado do Rio Grande do Sul apresentava até meados do século passado uma cobertura vegetal muito rica, que teve um acentuado devastamento, principalmente a partir das imigrações alemãs e italianas. Atualmente, os resquícios de florestas nativas se resumem às regiões marginais dos rios e arroios, às áreas de maior altitude, a algumas zonas preservadas e aos pontos de acentuado declive.

A região na qual está inserida o município de Três Coroas apresenta formação vegetal nativa do tipo Floresta Estacional Semidecidual. Esta formação vegetal está condicionada a estacionalidade climática (verão chuvoso e inverno seco ou clima

subtropical sem seca, mas com intenso frio, temperaturas médias abaixo de 15°C) e pela queda das folhas durante o período seco, em 20 a 50% das árvores caducifólias da floresta. No município de Três Coroas aparece com as seguintes formações: Submontana (na faixa de 50 a 500m) e Montana (entre 400 a 1500 m de altitude). Importante salientar que a vegetação de Três Coroas integra o Bioma Mata Atlântica (IBGE, 1991; RAMBO, 1994).

Como pode ser observado na Tabela 6, este tipo de cobertura corresponde a 46,66% da área total do município e constitui-se na matriz da paisagem. A dificuldade na utilização das terras rurais para as atividades agropecuárias, em função das elevadas declividades que ocorrem no município, favorecem a manutenção deste elevado percentual de floresta nativa. Ao observar a Figura 6, percebe-se que a floresta nativa tem ampla distribuição, geralmente ocorrendo nas encostas e topos dos morros.

Floresta Energética

O plantio e cultivo de espécies vegetais exóticas, com destaque para o eucalipto (*Eucalyptus* sp), a acácia-negra (*Acacia mearnsii*) e o pinus (*Pinus elliottii*) têm destaque no município de Três Coroas. Esta atividade tem destaque, principalmente pelo fato de haver dificuldade em utilizar as áreas rurais na atividade agropecuária. O relevo acidentado e altamente declive dificulta o manejo de culturas temporárias e cíclicas como é o caso do milho, da soja, entre outros. Este tipo de cobertura ocupa 7,97% da área do município de Três Coroas e ocorre predominantemente nas imediações das localidades de José Velho, Canastra e Quilombo Baixo.

Segundo dados do IBGE, em 2007 foram produzidos 7.657 m³ de lenha no município de Três Coroas. Ainda foram produzidos 114 m³ de madeira em torra e 23 toneladas de casca de acácia-negra. Devido ao elevado valor da madeira, a tendência é que as áreas com floresta energética aumentem.

Vegetação Secundária

Áreas agropecuárias abandonadas passam, dentro de um processo natural de regeneração, a se reconstituírem por vegetações pioneiras e secundárias. Esta formação vegetal tem ocorrência considerável no município de Três Coroas, correspondendo a 14,71% da área do município. Ocorre geralmente na encosta dos morros, normalmente formando as bordas de topos de morros que ainda apresentam floresta nativa original.

Agricultura

O município de Três Coroas apresenta a atividade agrícola diversificada e em geral pode ser considerada de subsistência familiar. Não existem extensas áreas agrícolas em virtude do relevo desfavorável à prática agrícola. Dentre as culturas cíclicas tradicionais, as que merecem destaque é a cultura do milho, da batata-inglesa e da mandioca. Das culturas permanentes, merece destaque a citricultura, principalmente os cultivos de laranja e tangerina. Segundo dados do IBGE, referente ao ano de 2007, a área ocupada por culturas temporárias e permanentes corresponde a aproximadamente 10,56 km², o que em termos percentuais corresponde a 5,65% da área do município. Estes valores aparentemente estão sub-valorizados, pois a classificação da imagem de satélite permitiu mapear uma área agrícola de 28,64 km², que corresponde a 15,34% da área do município de Três Coroas. As Tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, as principais culturas temporárias e permanentes implantadas no município de Três Coroas (IBGE, 2007).

Tabela 7 - Culturas temporárias do município de Três Coroas

Tipo de Cultivo	Área (ha)	Toneladas/Ano
Alho	3	6
Amendoim	2	4
Arroz	1	2
Batata-Doce	50	425
Batata-Inglesa	35	303
Cana-de-Açúcar	20	560
Cebola	15	135
Feijão	50	45
Mandioca	300	4500
Melão	1	15
Milho	400	1.180
Soja	1	2
Tomate	2	60
Total	880	7.175

Fonte: IBGE, 2007

Tabela 8 - Culturas permanentes do município de Três Coroas

Tipo de Cultivo	Área (ha)	Toneladas/Ano
Abacate	4	19
Banana	16	128
Caqui	3	30
Figo	5	7
Goiaba	15	12
Laranja	80	640
Limão	4	32
Pêra	3	26
Pêssego	7	50
Tangerina	32	246
Uva	7	56
Total	176	1.246

Fonte: IBGE, 2007

Pastagem Antrópica

As pastagens presentes no município de Três Coroas têm origem antrópica, de modo que não podem ser denominados como campos. Constituem-se de ambientes dominados por formações vegetais rasteiras, geralmente grama-forquilha, que serve para o pastoreio do gado, sobretudo o leiteiro. Em geral não apresentam vegetação arbórea ou arbustiva. No município de Três Coroas, as pastagens ocorrem em áreas pequenas, de forma isolada e não apresentam muito destaque na paisagem. A área ocupada por pastagens antrópicas corresponde a 9,81% da área do município. Não é rara a presença de banhados, áreas úmidas, lagoas e açudes nas pastagens antrópicas do município, sendo que alguns são utilizados para a dessedentação animal.

Com relação à produção animal, a Tabela 9 apresenta as principais criações animais e os produtos de origem animal do município de Três Coroas (IBGE, 2007).

Tabela 9 - Produção animal do município de Três Coroas

Descrição	Produção	Unidades
Bovinos	3.315	Cabeças
Bubalinos	185	Cabeças
Caprinos	79	Cabeças
Codornas	76	Cabeças
Coelhos	121	Cabeças
Eqüinos	115	Cabeças
Frangos	10.076	Cabeças
Galinhas	11.353	Cabeças
Lã	115	Kg
Leite de Vaca	948	Mil Litros
Mel de Abelha	13.748	Kg
Muares	5	Cabeças
Ovinos	79	Cabeças
Ovinos Tosquiados	61	Cabeças
Ovos de Codorna	1	Mil Dúzias
Ovos de Galinha	119	Mil Dúzias
Suínos	565	Cabeças
Vacas Ordenhadas	627	Cabeças

Fonte: IBGE, 2007

Solo Exposto

As áreas de solo exposto são áreas caracterizadas por não apresentarem nenhum tipo de cobertura, ou seja, apresentam-se desnudos. Geralmente estas áreas encontram-se sem cobertura por estarem sendo preparadas para o plantio ou são decorrentes da retirada da cobertura vegetal. No município de Três Coroas, as áreas mais críticas de solo exposto são decorrentes do corte de áreas de floresta energética,

principalmente as localizadas em encostas íngremes. A área de solo exposto mapeada no município de Três Coras foi de 1,93 km², valor que corresponde a 1,03% da área do município.

Área Urbana

O município de Três Coroas apresenta um adensamento urbano localizado predominantemente à margem direita do Rio Paranhana e apresenta elevado crescimento urbano. A emancipação administrativa, ocorrida em 1959, permitiu uma aceleração no ritmo de crescimento da cidade. A área urbanizada corresponde a 5,26 km², valor que corresponde a 2,82% da área do município. Atualmente, as ruas urbanas são pavimentadas e o município conta com a infra-estrutura e serviços para atender a população do município, no que se refere à alimentação, ensino, transporte e saúde.

Uso e Cobertura do Solo das Áreas de Preservação Permanente

Considerando a Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro, no município de Três Coroas foram delimitadas as áreas de preservação permanente (APP) dos ambientes ripários (ao longo dos rios, arroios e córregos), topos de morros e declividades superiores a 45° ou equivalente a 100%. A área mapeada como APP corresponde a 40,39 km², valor que corresponde a 21,63% da área total do município de Três Coroas. A Tabela 10 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 áreas de preservação permanente (APP) de Três Coras.

Tabela 10 - Cenário do uso e cobertura do solo das APPs do município de Três Coroas

Classe de Uso e Cobertura do Solo	Área (km ²)	%
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
Total	40,39	100

Fonte: dos autores

Observando a Tabela 10, 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.

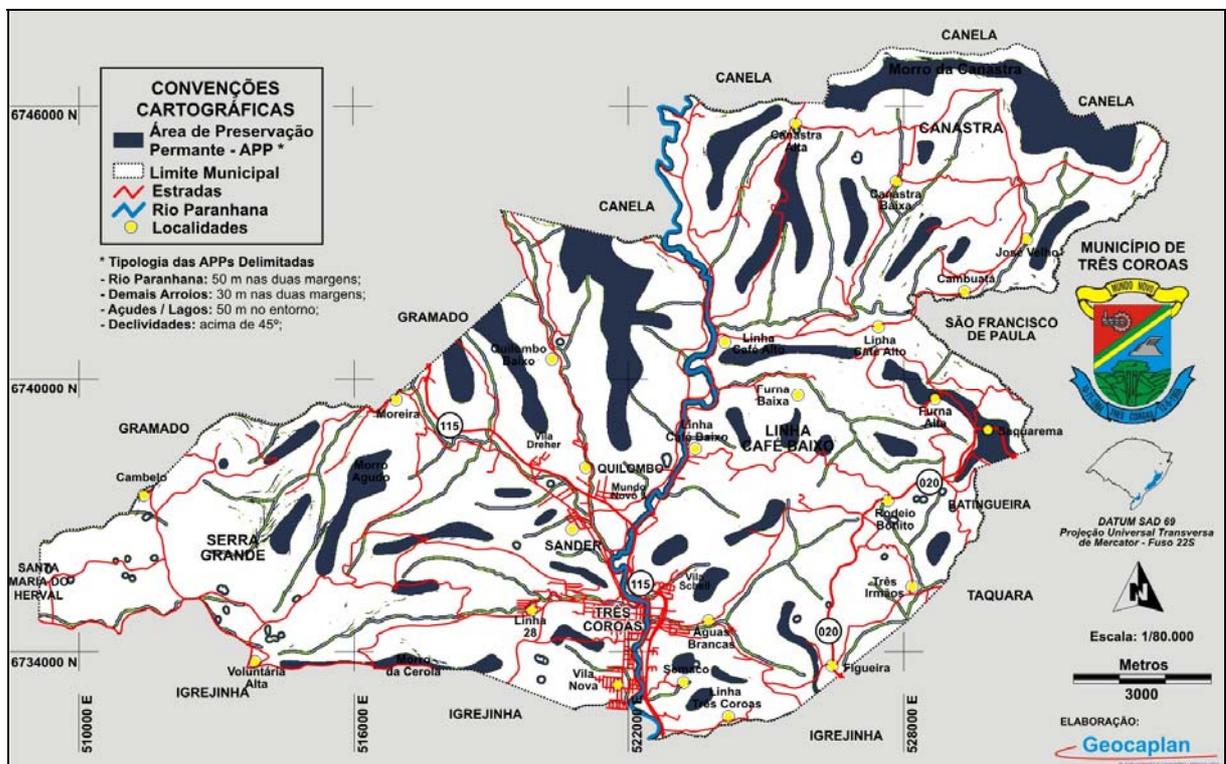


Figura 7 - Áreas de Preservação Permanente do município de Três Coroas

Fonte: dos autores, de acordo o Código Florestal Brasileiro (IBGE, 1965; 1989; CONAMA, 2002)

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.

Em termos gerais, com base nos dados e resultados obtidos, pode-se considerar que o município de Três Coroas apresenta um panorama ambiental muito favorável. A paisagem do município é caracterizada por apresentar uma elevada densidade de florestas nativas e, relativamente, pouco fragmentadas. O relevo acidentado, apresentando colinas e vertentes muito inclinadas, dificulta a utilização do solo na atividade agropecuária. Estas características, aliadas às questões culturais e históricas, favoreceram o desenvolvimento da atividade turística em Três Coroas, principalmente o turismo ecológico e de aventura.

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.

As geotecnologias utilizadas no presente estudo se mostraram importantes para a compreensão da paisagem em estudo de forma integrada, permitindo, principalmente, apresentar as informações na forma de mapas temáticos. Também é importante destacar que as geotecnologias, pelos seus recursos e ferramentas, facilitam a organização de informações territoriais e ambientais municipais. Ao mesmo tempo, a qualidade das informações necessárias para os instrumentos do planejamento ambiental é enriquecida com o uso das geotecnologias.

Este estudo torna-se um suporte importante para o planejamento ambiental, ordenamento territorial e do uso eficaz dos recursos da terra, tanto em um contexto municipal quanto em um contexto regional. A descrição detalhada do município de Três Coroas, fundamentado em mapas temáticos recentes, é essencial à elaboração de uma estrutura básica de dados para a interpretação, avaliação e decisão a respeito do manejo da unidade em questão.

REFERÊNCIAS

- ARGENTO, M. S. F.; CRUZ, C. B. M. Mapeamento Geomorfológico. In: **Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações**. CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil AS, 1996, p. 239-249.
- BATTY, M. Apresentação. In: **Geoinformação em urbanismo: cidade real X cidade virtual**. ALMEIDA, C. M. de; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2007, p. 5-10.
- 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> Acesso em: 10 fev. 2009.
- 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 República Federativa do Brasil**, Brasil, DF, 20 jul. 1989. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7803.htm#art2> 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.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, DF, 13 mai. 2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>> Acesso em: 10 fev. 2009.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasil, DF, 13 mai. 2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>> Acesso em: 10 fev. 2009.
- DOMNGUES, C. V.; FRANÇOSO, M. T. Aplicação de geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**. nº. 60/01, p. 71-78, abril, 2008.
- 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.ufrj.br>> Acesso em: 10 fev. 2009.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3 ed. São Paulo: Edusp, 2008. 400 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 122 p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da População de 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Lavoura Permanente Municipal, Lavoura Temporária Municipal, Pecuária Municipal, Extração Vegetal e Silvicultura Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. 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.
- MILARÉ, E. Estudo prévio de impacto ambiental no Brasil. In: **Previsão de Impactos: o estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha**. AB' SABER, A. N.; MÜLLER-PLANTENBERG, C. (Org.). 2 ed. São Paulo: Edusp, 2006, p. 50-83.
- 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.
- PIRES, J. S. R. **Análise Ambiental Voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: Abordagem Metodológica Aplicada ao Município de Luiz Antônio - SP**. 1995. 166 páginas. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1995.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CNPS, 1995, 65 p.
- RAMBO, B. **Fisionomia do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: UNISINOS, 1964, 487 p.
- RANIERI, V. E. L. **Discussão das potencialidades e restrições do meio como subsídio para o zoneamento ambiental: o caso do município de Descalvado (SP)**. 2000. 87 páginas. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2000.

REFOSCO, J. C. Modelos dinâmicos espaciais e sua utilização na análise de mudanças do uso do solo regional. In: **Geoinformação em urbanismo: cidade real X cidade virtual**. ALMEIDA, C. M. de; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). São Paulo: Oficina de Textos, 2007, p. 328-366.

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.

WHITE, G. **Natural hazard: Local, National, Global**. New York: Oxford University Press, 1974. 288 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.