

**“Avaliação das Áreas de Preservação Permanente do Código Florestal Brasileiro na
bacia do Arroio da Ronda, Ponta Grossa, Paraná - Brasil”**

**“Avaliation of Areas of Permanent Preservation of the Brazilian Forest Code in Ronda
River Basin, Ponta Grossa, Paraná - Brasil”**

ANTUNES, Dinameres Aparecida¹ & **RIBEIRO**, Selma Regina Aranha²

Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)
Programa de Pós Graduação em Gestão do Território
Laboratório de Geotecnologias
Avenida General Carlos Cavalcanti, 4748, CEP 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil
Tel: (42) 3220-3045, e-mail: dinameres@gmail.com¹; selmar.aranha@gmail.com²

Resumo: O objetivo desse trabalho foi avaliar na bacia hidrográfica da Ronda a aplicação das áreas de preservação permanente estabelecidas pelo Código Florestal brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012). A bacia do arroio da Ronda abrange tanto áreas urbanas e rurais de Ponta Grossa-Paraná e possui diversos usos e ocupações em seu limite. Para cumprir com o objetivo recorreu-se as geotecnologias e suas técnicas, estas que muito contribuem aos estudos geográficos no que tange a sua execução, otimização e visualização. A partir da imagem de satélite Landsat 5 TM de 11 de setembro de 2011 foi possível obter dados dos usos e ocupações da terra com a técnica de classificação supervisionada pelo algoritmo da máxima verossimilhança. Em Sistemas de Informações Geográficas realizou-se cálculos de área, recorte, máscaras e cartogramas, os quais possibilitaram concluir que há usos conflitantes (área urbana, solo exposto e agricultura) nas áreas de preservação permanente na área de estudo.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, SIG, classificação digital.

Abstract: The aim of this study was to evaluate on the hydrographic basin of Ronda the application of the permanent preservation areas established by the Brazilian Forest Code (Federal Law nº 12.651/2012). The basin of the stream of Ronda covers both urban and rural areas of Ponta Grossa, Paraná and has many uses and occupations at its limit. To fulfill the objective recovered to the geotechnology and its techniques, which greatly contribute to these geographic studies regarding its implementation, optimization and visualization. From the satellite image Landsat 5 TM of September 11, 2011 it was possible to obtain data of the use and occupation of the land with the technique of supervised classification using the maximum likelihood algorithm. In Geographic Information Systems was held area calculations, clipping, masks and maps,

which made it possible to conclude that there is conflicting uses (urban area, bare soil and agriculture) in the areas of permanent preservation in the study area.

Key-words: Remote Sensing, GIS, Digital Classification.

1. Introdução:

Esse trabalho teve como objetivo avaliar se as Áreas de Preservação Permanente instituídas pelo Código Florestal Brasileiro possuem uso pertinente com a referida legislação na bacia do arroio da Ronda no município de Ponta Grossa, Paraná.

Foram utilizadas técnicas de geotecnologias que são úteis nas mais diversas áreas, possibilitam obter informações e dados, e otimizam o tempo de trabalho.

Mediante o processamento de imagem digital obtida por sensoriamento remoto (Landsat 5) foi possível realizar classificação supervisionada pelo algoritmo da máxima verossimilhança e em programa de Sistemas de Informação Geográfica organizou-se os dados afim de associar as informações obtidas, gerar cartogramas e calcular as áreas.

2. Fundamentação teórica

2.1 Geotecnologias

O avanço tecnológico proporcionou o desenvolvimento das geotecnologias, que Rosa (2005) define como um conjunto de tecnologias para a coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. As geotecnologias como o Sensoriamento Remoto (SR), Processamento de Imagem Digital (PDI), e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilitam o estudo das várias áreas da Geografia mediante técnicas matemáticas e computacionais, que permitem o levantamento de informações qualitativas e quantitativas.

De acordo com Lillesand e Kiefer (1987) o Sensoriamento Remoto constitui-se como ciência e arte de adquirir informações sobre objetos e fenômenos sem contato com esses, tipicamente utiliza regiões do espectro eletromagnético e instrumentos localizados em plataformas móveis. Os dados adquiridos são transformados por meio de técnicas de interpretação e reconhecimento de padrões, utilizando computadores. Possibilita uma visão sinóptica e panorâmica de uma dada região e condições homogêneas para observação de fenômenos. É uma forma eficaz de monitoramento

em escala global e local, pois possibilita rapidez e periodicidade no fornecimento de imagens e informações. (CENTENO, 2004; JENSEN 2009; ROSA 2005).

Os Sistemas de Informação Geográfica, e Sensoriamento Remoto, são adequados para estudos do meio ambiente, pois proporcionam a manipulação, organização e transformação dos dados em informações, facilitando a interpretação e tomada de decisões.

Para a gestão e o planejamento é de importância o conhecimento da distribuição espacial dos recursos naturais terrestres, da população e de outras características, que respaldam a tomada de decisões. Portanto é necessário o desenvolvimento de métodos e técnicas que possibilitem que esse conhecimento esteja sempre atualizado, nesse sentido as geotecnologias são pertinentes para os estudos nas mais variadas áreas da Geografia.

2.2 Legislação ambiental e Código Florestal Brasileiro:

A legislação ambiental brasileira se compõe de um conjunto de leis, decretos e medidas provisórias, federais, estaduais e municipais, onde se destacam a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), a Política de Recursos Hídricos (Lei Estadual 7.663/91 e Lei Federal 9.433/97), e o “Código Florestal Brasileiro” (Lei 4.771/65), que aborda ainda as restrições ao uso e ocupação da terra, este que é de extrema importância para a preservação e conservação dos recursos naturais, possibilitando a otimização de seu potencial de uso e garantindo o desenvolvimento sustentável.

Nesse trabalho deu-se ênfase as Áreas de Preservação Permanente instituídas no Código Florestal Brasileiro.

O Brasil teve seu primeiro Código Florestal do País em 1934 (Decreto 23.793) e, foi atualizado em 1965 (Lei nº 4.771), a partir de 1996 passou a ser modificado por diversas Medidas Provisórias, até ser reformulado 2012 com a Lei 12.651. (BRASIL, 2012).

O Código Florestal Brasileiro (Lei Federal número 12.651/2012) estabelece normas gerais com o fundamento central da proteção e uso sustentável das florestas e demais formas de vegetação nativa em harmonia com a promoção do desenvolvimento econômico.

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) foram instituídas no Código Florestal de 1965, essas áreas foram aumentadas no código de 1988, e na lei atual (Lei 12.651/2012) não houve alterações.

O artigo 3º, alínea II da Lei Federal 12.651/2012, descreve conceitualmente as APP's (Áreas de Preservação Permanente – APP):

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (BRASIL, 2012, p. 2)

O artigo 4º da legislação citada delimita as Áreas de Preservação Permanente, conforme mostra o Tabela1:

Tabela 1 – Áreas de Preservação Permanente e suas larguras conforme o curso d'água

3. Área de estudo:

A bacia do Arroio da Ronda se localiza na porção sudoeste do município de Ponta Grossa, este se situa na porção sudoeste do estado do Paraná conforme ilustra Figura 1, na região fitogeográfica denominada por Maack (2002) de Campos Gerais do Paraná.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica da Ronda

A bacia do Arroio da Ronda engloba total ou parcialmente alguns bairros do município de Ponta Grossa e parte da área rural. Apresenta um total de 36,83 km², desses 27,51 km² estão na área urbana e os outros 9,32 km² na área rural. As nascentes da referida bacia se encontram na porção central da cidade, e sua foz no rio Tibagi, um dos principais do Paraná.

Na bacia hidrográfica da Ronda a largura do curso d'água natural é menor que 10 metros, então de acordo com a Lei Federal número 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro) as áreas de preservação permanentes em seu entorno devem ter 30 metros, e para o caso das nascentes e olhos d'água de 50 metros.

4. Metodologia:

Para a análise do uso e ocupação da terra da bacia do arroio da Ronda definiu-se a imagem orbital como base para análise visual e interpretação e classificação. Na página do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) foi adquirida gratuitamente uma cena do satélite Landsat 5 TM, de 06 de Junho de 2011, órbita 221, ponto 77, que contempla a área de estudo. Foram utilizadas as seguintes bandas espectrais: 1, 2, 3, 4, 5 e 7, com resolução espacial de 30 metros, radiométrica de 8 bits, e temporal de 16 dias, a Tabela 2 mostra algumas de suas características.

Tabela 2: Características das bandas do sensor TM

Pré-processamentos foram realizados para poder trabalhar com a imagem Landsat 5 TM: organização das seis das bandas em uma só, recorte da área de estudo, transformação geométrica, e classificação digital.

Com a carta topográfica adquirida gratuitamente na página do ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências), junto às curvas de nível disponibilizadas na página da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, Paraná, e com o auxílio visual da ortomagem, a rede de drenagem da bacia do Arroio da Ronda foi digitalizada.

Em ambiente SIG foram definidas as áreas de entorno (*buffer*) e realizadas reclassificações de imagem, máscaras, cálculos de áreas, e cartogramas.

O recorte da imagem Landsat 5 TM de 06/06/2011 está representado na Figura 2, com composição colorida R5G4B3, ou seja, com as bandas: do infravermelho médio no canal eletrônico vermelho (R-red), do infravermelho próximo no canal verde (G-green) e do azul no canal azul (B- blue), com resolução espacial de 30 metros.

Figura 2: Recorte da imagem Landsat 5 TM

4.1 Transformação geométrica

A imagem digital pode apresentar incoerências geométricas em relação ao mundo real, por isso recomenda-se fazer a transformação geométrica, que segundo D'Alge (2001), cria uma relação entre as coordenadas da imagem e as coordenadas geográficas da base, estabelecendo o espaço geográfico a ser ocupado pela imagem corrigida. Minimiza as incoerências geométricas, e adequa as imagens a um sistema de coordenadas apropriado.

Para a realização da transformação geométrica utiliza-se uma imagem com todas as correções necessárias para adquirir as mesmas características de um mapa (ortoimagem). As coordenadas e geometrias corretas da ortoimagem são transportadas para a imagem Landsat 5 TM, com a coleta de pontos de controle (notáveis) coletados nas duas imagens. Depois de realizada a transformação geométrica, é feita a validação com a finalidade de verificar a acuracidade da transformação.

Não foi realizada a correção atmosférica na imagem, esta pode melhorar a qualidade da imagem e conseqüentemente dos processamentos.

4.2 Classificação digital supervisionada

Segundo Centeno (2004), uma forma de tornar a interpretação de imagens digitais mais simples é a classificação digital, que consiste em separar grupos de *pixels* com características espectrais semelhantes em classes ou categorias, pois pixels cobrindo uma mesma área devem ter características espectrais similares. Assim a classificação gera uma nova imagem resumida, na qual cada *pixel* está associado a uma classe.

Ribeiro (2003) menciona que a classificação tem como objetivo ordenar, discriminar e categorizar, baseando-se em características espectrais dos objetos. Essa é uma técnica estatística frequentemente utilizada, visto que na maioria das vezes agiliza trabalhos, minimiza custos, e otimiza os mapeamentos temáticos.

Há duas formas de classificação digital de imagens: a não supervisionada, na qual o usuário só define as classes, e o algoritmo computacional executa a classificação; e a supervisionada, na qual o usuário define as classes e seleciona amostras puras e representativas de cada categoria, e o algoritmo calcula parâmetros estatísticos para executar a classificação.

Os métodos de classificação supervisionada se baseiam nos classificadores, que empregam as funções estatísticas ou outras regras de lógica para avaliar e comparar as características das refletâncias espectrais dos *pixels*, com as características de uma determinada classe de padrão, para classificar e delinear as classes das imagens digitais. (LIU, 2007).

A amostragem é essencial para a classificação supervisionada, pois dela depende a qualidade da classificação. Portanto deve-se sempre coletar amostras puras e representativas que estejam distribuídas ao longo de toda a região.

Após a coleta das amostras é necessário verificar a qualidade da amostragem, há diversas formas de fazer essa verificação, dentre elas a divergência transformada, que confronta os valores de pares de classes, esses valores variam de 0 a 2, quanto mais próximo de 2,00 melhor é a separação entre as classes.

Nesse trabalho, utilizou-se o método da máxima verossimilhança (MAXVER) para realizar a classificação supervisionada, este utiliza a média das respostas espectrais de cada classe das amostras de treinamento nas diferentes bandas, assim define a classe mais provável para cada *pixel*, dentre as classes existentes, utilizando o conceito de probabilidade condicional. Dessa forma, cada *pixel* tem sua probabilidade de pertencer a cada classe testada, e a categoria de maior probabilidade recebe o *pixel*. (CENTENO, 2004).

Na classificação pela máxima verossimilhança os *pixels* são separados no espaço espectral por elipses geradas a partir da média das respostas espectrais das amostras de treinamento de cada classe. Estas elipses podem ser ampliadas até que todos os *pixels* sejam classificados. Segundo Richards (1993) a classificação supervisionada mais utilizada é a MAXVER.

De acordo com Moreira (2011), a desvantagem do MAXVER é o uso exclusivo do atributo espectral para a separação dos *pixels* e a subjetividade presente no processo de coleta das amostras de treinamento, que é efetuada segundo o critério do analista que coleta amostras puras e representativas mediante seu conhecimento, intensidade visual da cena, e elementos de fotointerpretação.

Depois de realizada a classificação, necessita-se examinar sua qualidade. Uma das maneiras é mediante a matriz de confusão, que é uma matriz quadrada de números que expressam a quantidade de unidades amostrais; associada a uma dada classe durante o processo de classificação efetuado, e a categoria real a que pertencem essas unidades. (MANGABEIRA et. al, 2003).

Conforme Centeno (2004), em uma condição ideal na qual todos os *pixels* são classificados corretamente, a matriz só apresenta valores nas diagonais. No entanto,

isso raramente acontece, e o número de *pixels* incorretos é o total que se localiza fora da diagonal principal. Sendo assim, calcula-se a estimativa global da qualidade, somando os valores da diagonal principal dividido pelo total de *pixels* da amostra.

Moreira (2011) argumenta que a partir da matriz de confusão é possível obter a estatística *kappa* que tem por vantagem a inclusão de todos os elementos da matriz de confusão e não somente os elementos da diagonal principal. Há uma tabela de valores para analisar a qualidade da classificação segundo o índice *kappa* (Tabela 4):

Tabela 3 – Qualidade da classificação mediante índice *kappa*

Com base na análise visual foram definidas seis classes para realizar a classificação digital supervisionada, são elas: campo (vegetação rasteira), áreas de cultivo, corpos d'água, cobertura florestal, solo exposto e área urbana.

Ao final do processo de classificação supervisionada da imagem obtém-se uma imagem classificada representando o uso, cobertura e ocupação da terra, na qual é possível extrair informações de espacialização dos usos, as suas áreas, além de sobrepor a ela vetores correspondentes as áreas de preservação permanente no programa de SIG.

5. Discussão dos resultados:

Para realizar a transformação geométrica foram coletados dezessete pontos de controle nas duas imagens (ortoimagem e Landsat 5 TM). Depois fez-se a validação com a coleta de cinco novos pontos de controle, e submissão das suas coordenadas ao cálculo de validação para verificar a acuracidade da transformação, dessa forma obteve-se o erro quadrático médio de 4,62 metros apropriado à resolução espacial da imagem Landsat 5 TM que é de 30 metros.

Para cada classe de uso da terra foram coletadas 290 amostras de treinamento. Após coleta das amostras foi verificada a acuracidade com o cálculo da divergência transformada, sendo que quanto mais próximo a 2,00 melhor é a qualidade da amostragem aos pares entre classes. Como todas as classes com exceção de solo exposto e área urbana (valor insatisfatório de 1,71, mostrando que não tem uma

separação ideal) se aproximaram de 2,00 considera-se a amostragem com qualidade boa.

Em seguida, realizou-se a classificação pelo método da máxima verossimilhança (MAXVER), e como resultado do processamento obteve-se a seguinte imagem classificada (Figura 3):

Figura 3 – Imagem classificada por MAXVER

Posteriormente à classificação, a fim de realizar a matriz de confusão, foram coletadas novas amostras de treinamento baseadas em conhecimento empírico e com o auxílio visual do Google Earth, estas foram testadas mediante a divergência transformada, onde somente “área urbana” e “solo exposto” não apresentaram separação satisfatória.

Com as amostras de treinamento citadas anteriormente efetivou-se a matriz de confusão, as Tabelas 4 e 5 ilustram os resultados obtidos com a matriz, e o coeficiente *kappa*.

Tabela 4 – Matriz de confusão (%)

Tabela 5 – Qualidade da classificação

As classes área urbana e solo exposto possuem confusão espectral, no entanto como ambos são consequências de atividades antrópicas, essa confusão não acarretou problemas na análise proposta. Há pequenas manchas da classe corpos d’água, essas se constituem como espúrios, e como o trabalho se baseou em análise visual da imagem classificada, estes pixels não se caracterizaram como problema.

A imagem classificada foi exportada para um programa de SIG juntamente com os vetores de cada classe. Gerou-se áreas de entorno com as medidas para essa bacia hidrográfica de acordo com o Código Florestal Brasileiro afim de avaliar os usos da terra nas Áreas de Preservação Permanente.

Conforme é possível ver na área de entorno há usos que não são compatíveis com áreas de preservação permanente, a Figura 6 ilustra a APP, seus usos ocupações da terra. A Tabela 6 mostra as áreas de cada uso da terra na APP da bacia hidrográfica da Ronda.

Figura 6 – APP, usos da terra, e exemplos de irregularidades

Tabela 6 - Usos da terra na bacia do arroio da Ronda (m² e %)

6. Conclusão:

O presente trabalho avaliou o uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica da Ronda nas suas Áreas de Preservação Permanente mediante o uso das geotecnologias: Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagens Digitais e Sistemas de Informação Geográfica.

A bacia hidrográfica do Arroio da Ronda em Ponta Grossa – Paraná se localiza parcialmente na região urbana, e parte na região rural, portanto possui usos e ocupações da terra diversificados, como pôde ser constatado na imagem classificada.

Alguns desses usos divergem do determinado em algumas legislações: Lei Federal 12651/12 “Código Florestal” brasileiro que estipula como Áreas de Preservação Permanente, o entorno com raio de 50 metros para as nascentes, e 30 metros para cursos d’água naturais menores que 10 metros de largura.

Verifica-se que, embora as legislações tenham evoluído adotando medidas que regulamentam os usos da terra de maneira que propicie a preservação ambiental, há divergências entre a realidade e a legislação, como aqui constatado neste estudo na bacia hidrográfica da Ronda.

Embora não se tenha parâmetros de verificação mediante análise temporal há carência de ações que proporcione mudar esses usos, ou mitigar impactos negativos nas áreas.

As técnicas de Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagem Digital de e Sistemas de Informação Geográfica proporcionaram esta avaliação no que se refere as áreas de preservação da lei 12651/12. Destaca-se que quando da execução das áreas de entorno sobreposta com a imagem classificada, pode-se observar na figura 4 que o Código Florestal brasileiro no que tange as APP’s não é cumprido em boa parte na bacia do arroio da Ronda. São 3.708 km² de área de preservação permanente, desses 684 km² são ocupados com usos antrópicos (usos característicos de área urbana, solo exposto, agricultura).

7. Referencias:

BRASIL. Código Florestal. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a a proteção da vegetação nativa. Câmara dos Deputados. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/>> Acessado em 05/11/2012.

CÂMARA, G.; DAVIS. C.; MONTEIRO, A. M.; Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>. Acesso em 25/09/2012.

CENTENO, J. A. S. Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais. Curitiba: Ed. Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná. 2004. 219p.

D' ALGE, J. C. L. Cartografia para Geoprocessamento. In: CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. (org.), Introdução á Ciência da Geoinformação, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap6-cartografia.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

EMBRAPA. Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Disponível em:<<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/landsat.htm>>. Acesso em: 23 Set. 2011.

JENSEN J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente. Tradução de J. C. N. Epiphany et al. São José dos Campos. São Paulo: Parênteses, 2009.

LANG, S.; BLASCHKE, t. Análise da paisagem com SIG. São Paulo (SP): Oficina de Texto, 2009, 424p.

LILLESAND, THOMAS M.; KIEFER, RALPH W. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons. 4a Ed. Estados Unidos: 2000.

LIU, W. T. H. Aplicações de Sensoriamento Remoto. Campo Grande- MS: Uniderp, 2007. 908 p.

MAACK, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 3. ed. Curitiba: Banco de Desenvolvimento do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, 2002. 438 p.

MANGABEIRA, J. A. C., AZEVEDO, E. C., LAMPARELLI, R. A. C. Avaliação do levantamento do uso das terras por imagens de satélite de alta e média resolução espacial. Comunicado técnico 11. Campinas: Embrapa, 2003, p.15.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do Sensoriamento e Metodologia de Aplicação. 3.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011. 320p.

RIBEIRO, S.R.A. Integração de Imagens Landsat TM e dados auxiliares para a delimitação automática de unidade fisionômicas (paisagem) e geológicas usando redes neurais artificiais. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

RICHARDS, J. A. Remote sensing digital imageanalysis – na introduction. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin, 1993. 281p.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. Revista do Departamento de Geografia da USP, São Paulo, nº 16 (2005), 81-90.

SILVA, A. B. de. Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas: Unicamp, 236 p. 1999. (Coleção Livro-Texto)

Tabela 1 – Áreas de Preservação Permanente e suas larguras conforme o curso d'água

Área de Preservação Permanente	Largura do curso d'água natural
30	até 10

50	de 10 a 50
100	de 50 a 200
200	de 200 a 600
500	maiores de 600
50	Nascentes e olhos d'água

Figura 1 – Localização da Bacia hidrográfica da Ronda

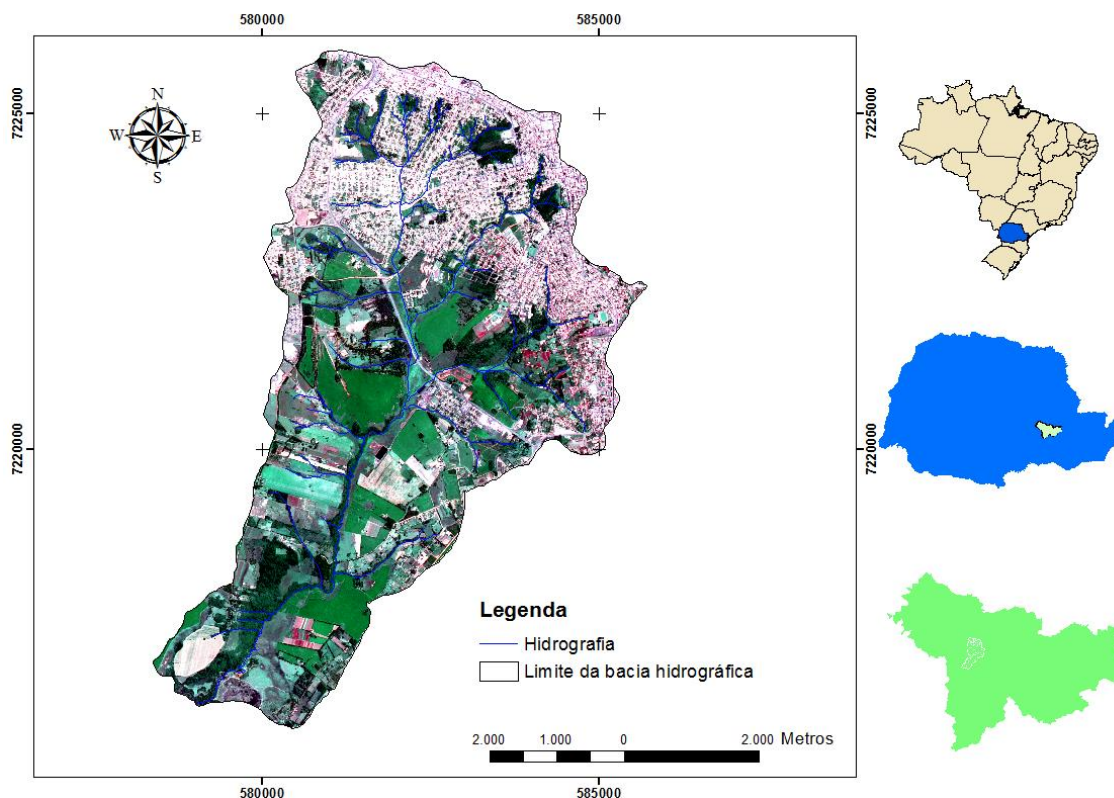
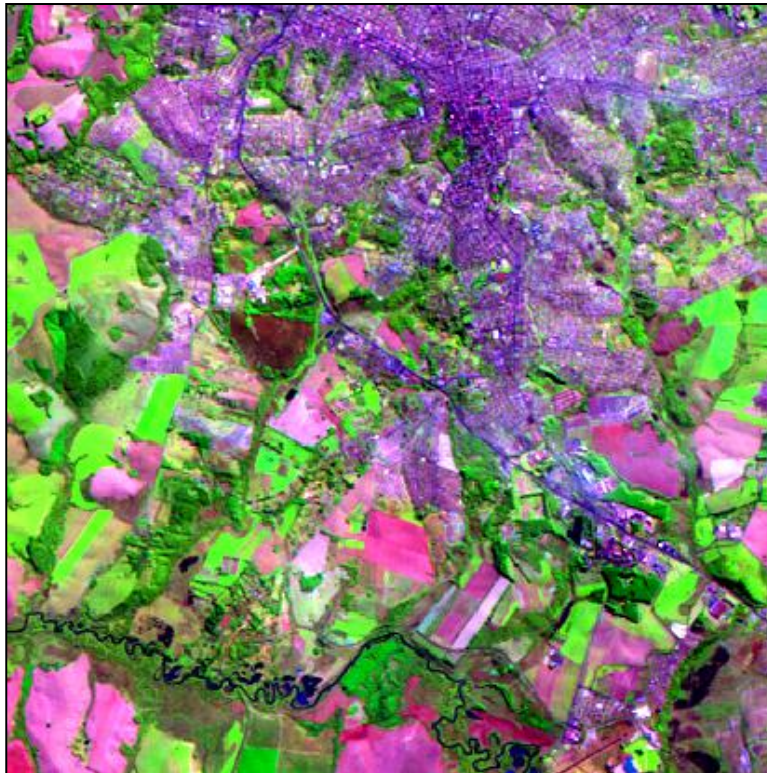


Tabela 2: Características das bandas do sensor TM

Bandas Espectrais	Comprimento de onda	(μ)
1	Visível (verde)	0,45 - 0,52
2	Visível (vermelho)	0,50 - 0,60
3	Visível (azul)	0,63 - 0,69
4	Infravermelho próximo	0,76 - 0,90
5	Infravermelho médio	1,55 - 1,75
7	Infravermelho médio	2,08 - 2,35

Fonte: EMBRAPA <http://www.sat.cnpem.embrapa.br/conteudo/landsat.htm>

Figura 2: Recorte da imagem Landsat 5 TM



Fonte: INPE, (2011)

Tabela 3 – Qualidade da classificação mediante índice kappa

Valor de <i>kappa</i>	Qualidade do mapa temático
< 0,00	Péssima
0,00 - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito boa
0,80 - 1,00	Excelente

Fonte: Adaptado de Moreira (2011)

Figura 3 – Imagem classificada por MAXVER

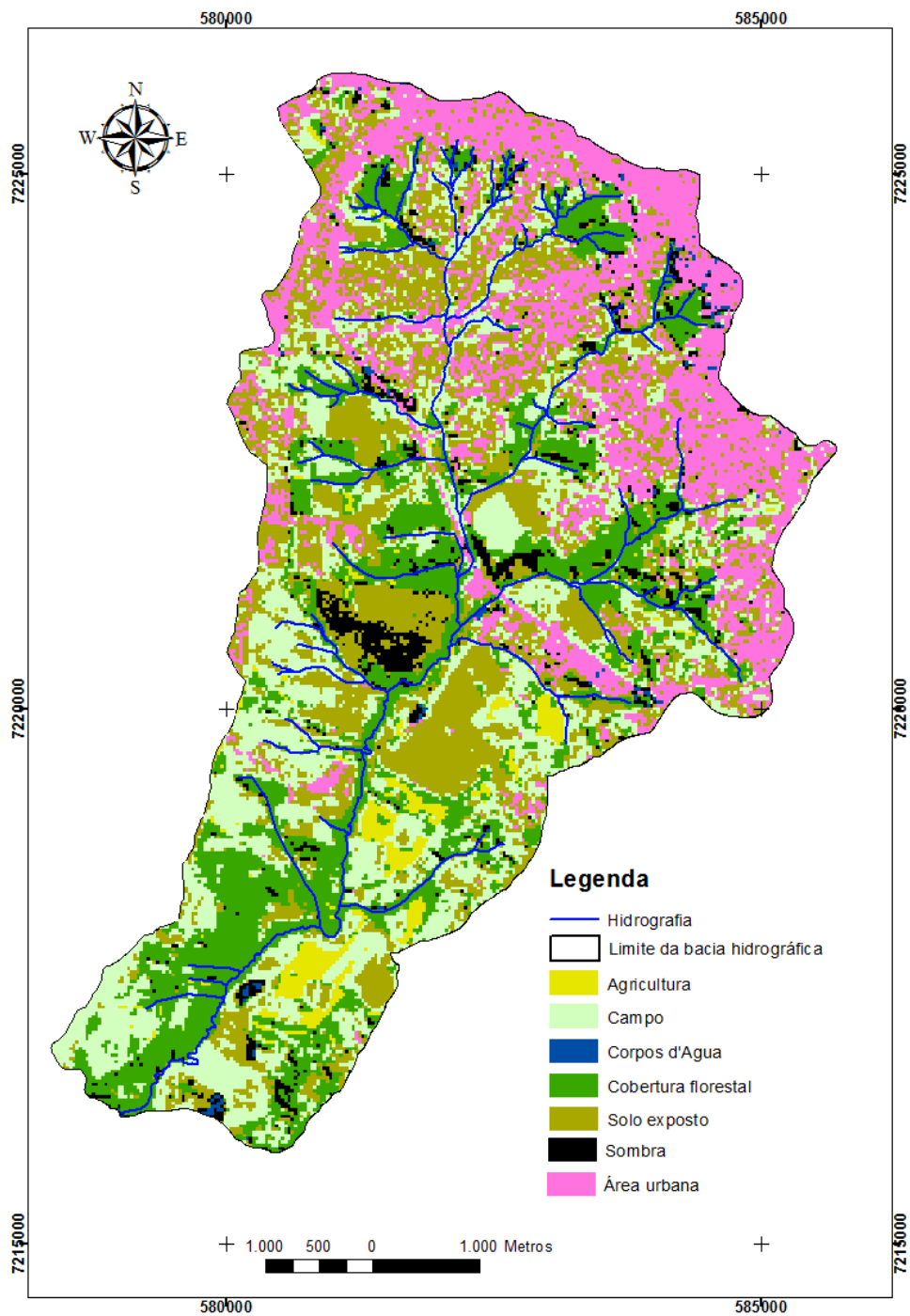


Tabela 4 – Matriz de confusão (%)

Classes	Floresta	Corpos d'água	Campo	Cultivo	Solo exposto	Área urbana	Total
Não	0	0	0	0	0	0	0

classificada							
Floresta	100	0,35	0,58	1,03	0	0	12,83
Corpos d'água	0	99,31	0	0	0,57	0,68	20,72
Campo	0	0	99,42	0,34	0	0	12,26
Cultivo	0	0	0	98,62	0	0	20,5
Solo exposto	0	0	0	0	98,86	1,01	12,69
Área urbana	0	0,35	0	0	0,57	98,31	21,00
Total	100	100	100	100	100	100	100

Tabela 5 – Qualidade da classificação

Matriz de confusão	99,99
Coefficiente Kappa	0,98

Figura 4 – APP, usos da terra.

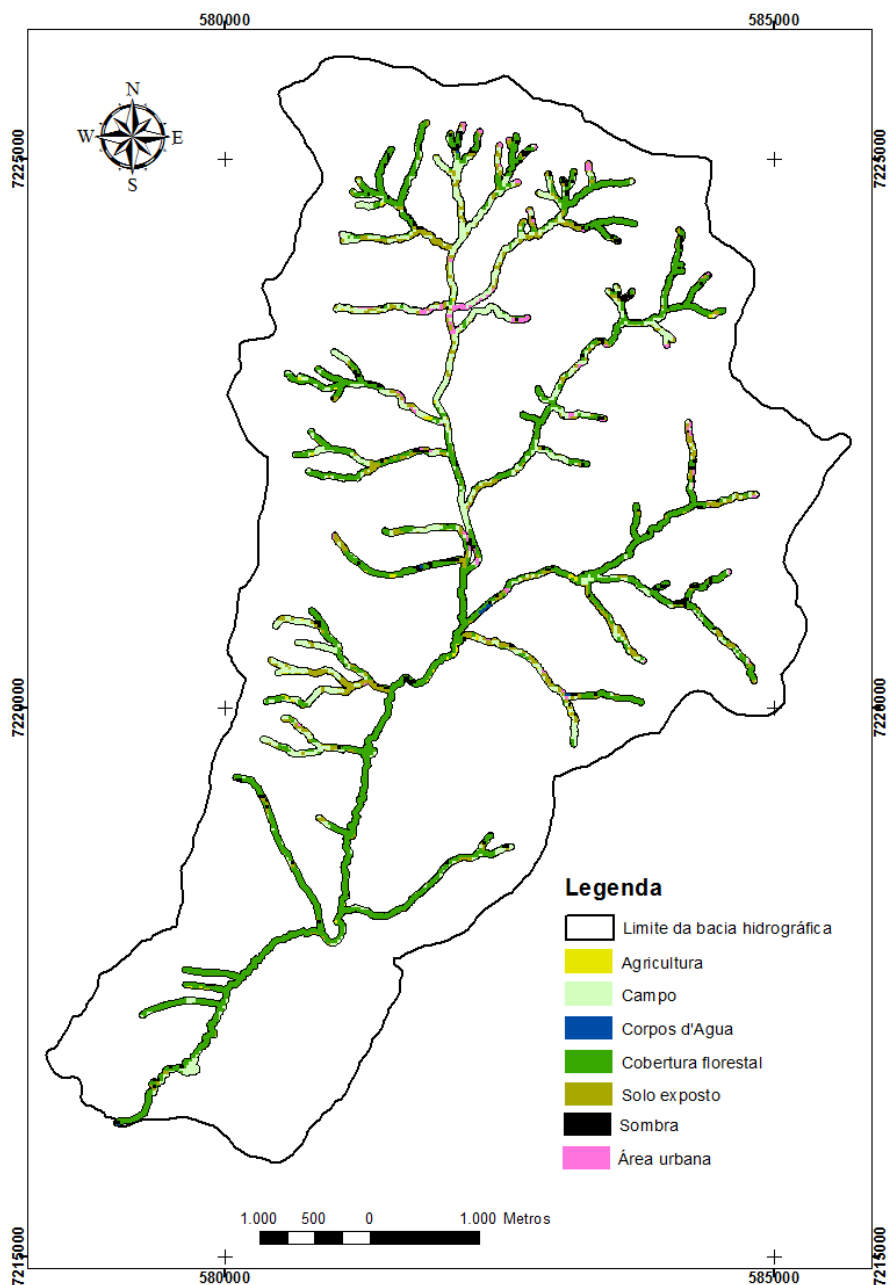


Tabela 6 - Usos da terra na área de preservação permanente da bacia do arroio da Ronda (m² e %)

Área urbana	109831,78	3,0 %
Cultivo	36777,13	1,0 %
Campo	952963,99	25,7 %
Corpos hídricos	9008,90	0,2 %
Cobertura florestal	1874330,72	50,5 %
Solo exposto	537563,44	14,5 %
Sombra	188112,71	5,1 %
Total	3.708.588,68	100,0 %