

Avaliação do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente com dados sensores remotos

Giselle Vanessa Trevisan¹
Marcos Adami¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.
Av. dos Astronautas, 1758 - CEP 12227-010 - São José dos Campos – SP, Brasil
{giselle, adami} @dsr.inpe.br

Abstract. Agriculture has been the main economic activity on the state of Paraná since the 1960's. Over this period governmental incentives for cultivating the land have been causing deforestation and infractions on the Brazilian Forest Code (Law nº 4.771/65), more specifically on the Permanent Preservations Areas (APPs) regulations. This study aims to evaluate the agreement between land cover and the APP's rules in the municipality of Cornélio Procópio, state of Paraná. For the production of the land use/cover map an unsupervised classification method was applied over an ETM+/Landsat image from year 2002 considering the following classes: agriculture, pasture, urban area, forest and dams. SRTM data was used to obtain the APP categories top of hill and slopes steeper than 45° and a watercourse map (1:25.000) was used for the recognition of APP categories river and spring buffers. The category slope was eliminated from the analyses because it does not exceed 28° on the entire study site. The APPs occupy an area of 17,942.43 ha (27.68% of the municipality's area) and it is not fully respected. Pasture and agriculture cover 36.83% and 40.28% of the APP's original area respectively. The major violations on the Code were on categories springs and top of hills with 91.58% and 90.38% of their areas converted into some type of land use. The category 100 meters buffer from riversides is the most respected with 44.18% of its area covered by forest.

Palavras-chave: forest code, land use/cover, remote sensing, código florestal, uso/cobertura da terra, sensoriamento remoto.

1. Introdução

No Estado do Paraná, a cobertura florestal foi destruída em quase toda a sua extensão. De 83,14% de mata nativa que havia em meados de 1890, restavam 17,21% em 1980 e, no início do século XXI, menos de 10% (Martins, 2005). No norte do Estado do Paraná, o processo de colonização aconteceu de forma rápida. A formação das fazendas de café iniciou no século XIX por agricultores migrantes das circunvizinhanças e posteriormente por novas levas de colonos imigrantes. A partir da década de 50 a cultura do café entrou em crise e, conseqüentemente, os agricultores adotaram a diversificação de suas plantações como alternativa econômica (Cunha, 1993).

No município de Cornélio Procópio, inserido na mesorregião do norte pioneiro do Estado, a incorporação das culturas do algodão, feijão, milho e cana-de-açúcar mantiveram a economia agrícola da década de 60, até o restabelecimento de uma nova monocultura, a soja (Cunha, 1993). Juntamente a todo esse processo ocorreu a devastação da vegetação primitiva (floresta estacional semidecidual) associada a infrações às disposições do Código Florestal brasileiro.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram definidas no Código Florestal brasileiro (Lei nº 4.771 de 1965) como áreas protegidas cobertas ou não por vegetação nativa com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade (Brasil, 2006). Regulamentadas posteriormente pela Lei nº 7.803 (1989) e pela resolução CONAMA nº303 (2002), são consideradas como APPs as encostas com declividade superior a 45°; topos de morro, montanhas e serras; áreas num raio de 50 m das nascentes; áreas situadas em faixa marginal ao longo dos rios cuja largura mínima seja:

- (a) 30 m para os cursos d'água de menos de 10 m de largura,

- (b) 50 m para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 m de largura,
- (c) 100 m para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 m de largura;
- (d) 200 m para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 m de largura;
- (e) 500 m para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 m;

entre outras áreas como restingas, bordas de tabuleiros etc (Brasil, 2006, 2008).

Dados de Sensores Remotos (SR) e o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) podem ser utilizados para determinar as APPs e o uso e cobertura da terra que permitam avaliar e detectar a transgressão ao Código Florestal.

Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo delimitar as APPs ao longo dos rios, nascentes, encostas e topos dos morros presentes no município de Cornélio Procópio, PR e avaliar o cumprimento do Código Florestal brasileiro nessas áreas através da análise do uso e cobertura da terra por meio de dados Sensores Remotos e SIG.

2. Material e Métodos

A área de estudo compreende o município de Cornélio Procópio, localizado ao norte do Estado do Paraná, com uma área aproximada de 625 km² (Figura 1). A cidade de Cornélio está inserida em uma meseta isolada a oeste pelo rio Congonhas e a sudeste pelo rio Laranjinha no Terceiro Planalto paranaense (Paraná, 1987). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfa) e o solo predominante é o latossolo vermelho escuro formado por terras basálticas (Paraná, 1987). Na região há o predomínio de altitudes entre 300 e 650 m, a sede do município está a 650 m, e a vegetação natural predominante é de florestas estacionais semidecíduais.

O mapa de uso da terra foi elaborado por Adami (2003) sobre a imagem do sensor ETM+ do satélite Landsat referente a órbita/ponto 222/76 de 08/03/2002. O autor fez a segmentação da imagem por crescimento de regiões e a classificação através do algoritmo não-supervisionado ISOSEG. O mapa temático foi editado manualmente para correção de erros e resultou nas classes: área agrícola, pastagem, área urbana, matas e corpos d'água (açudes).

Os dados SRTM utilizados para a geração da categoria declividade acima de 45° e topo de morro foram adquiridos no site <<http://srtm.csi.cgiar.org>>. A imagem possui a versão 3 de processamento (CGIAR-CSI, 2007), onde se encontram corrigidas as imperfeições de valores extremamente altos e baixos relatadas por Rabus et al. (2003). A declividade foi obtida por uma ferramenta implementada no software SPRING 4.2 que se utiliza filtragem através de máscaras móveis, explorando-se a função de derivação na vizinhança de cada célula da grade de declividade. A categoria topo de morro resultou do processamento semi-automático 'extração de topo' encontrado no mesmo software.

Os vetores da rede hidrográfica do município foram editados manualmente com base em fotografias aéreas do ano de 1976 na escala 1:25000 (SEMA, 2008). Foram gerados buffers com a largura de 30 metros a partir da drenagem, com exceção ao rio Laranjinha onde a APP alcançou 100 m. As nascentes foram obtidas a partir da conversão do início das linhas dos rios em pontos, para posterior geração do buffer de 50 m.

Por fim, foram realizadas operações de intersecção entre os mapas correspondentes às diferentes categorias de APPs e o mapa de uso e cobertura da terra com o intuito de verificar o cumprimento do Código Florestal no município de Cornélio Procópio.



Figura 1. Localização do município de Cornélio Procópio. Detalhe da rede de drenagem.

3. Resultados e Discussão

O relevo do município variou de 378 a 702 m de altitude e as cotas: 585 a 623, 624 a 662 e 663 a 702, compreenderam a categoria topo de morro (Figura 2). A rede de drenagem apresenta 1.046,64 km de extensão com 679 nascentes, sendo 190 delas localizadas nas regiões de topo de morro e destas, 23 dentro do limite da área urbana (Figura 3).

As Áreas de Preservação Permanente totalizaram 17.942,43 ha, o que corresponde a 27,68% da área do município. Deste total, 10,12% (6.556,7 ha) é relativo à rede de drenagem e 17,57% aos topos de morro (Figura 2 e 3). A categoria de APP declividade superior a 45° foi descartada da análise, pois na área de estudo o ângulo máximo foi de 28°.

O desrespeito ao Código Florestal foi verificado em todas as categorias de APPs, sendo que 85,34% da área total analisada foi alterada para algum tipo de uso da terra. Assim como no município de Cornélio Procópio onde a principal classe de uso foi agricultura (44,65%), nas APPs a área agrícola também predominou com 40,28% da área, seguida da pastagem com 36,83% (Figura 4). Deve-se considerar que este resultado é variável dependendo da categoria a ser analisada. Nas APPs vinculadas a rede de drenagem o uso predominante foi a pastagem (46,23%) e no topo de morro a agricultura (48,94%).

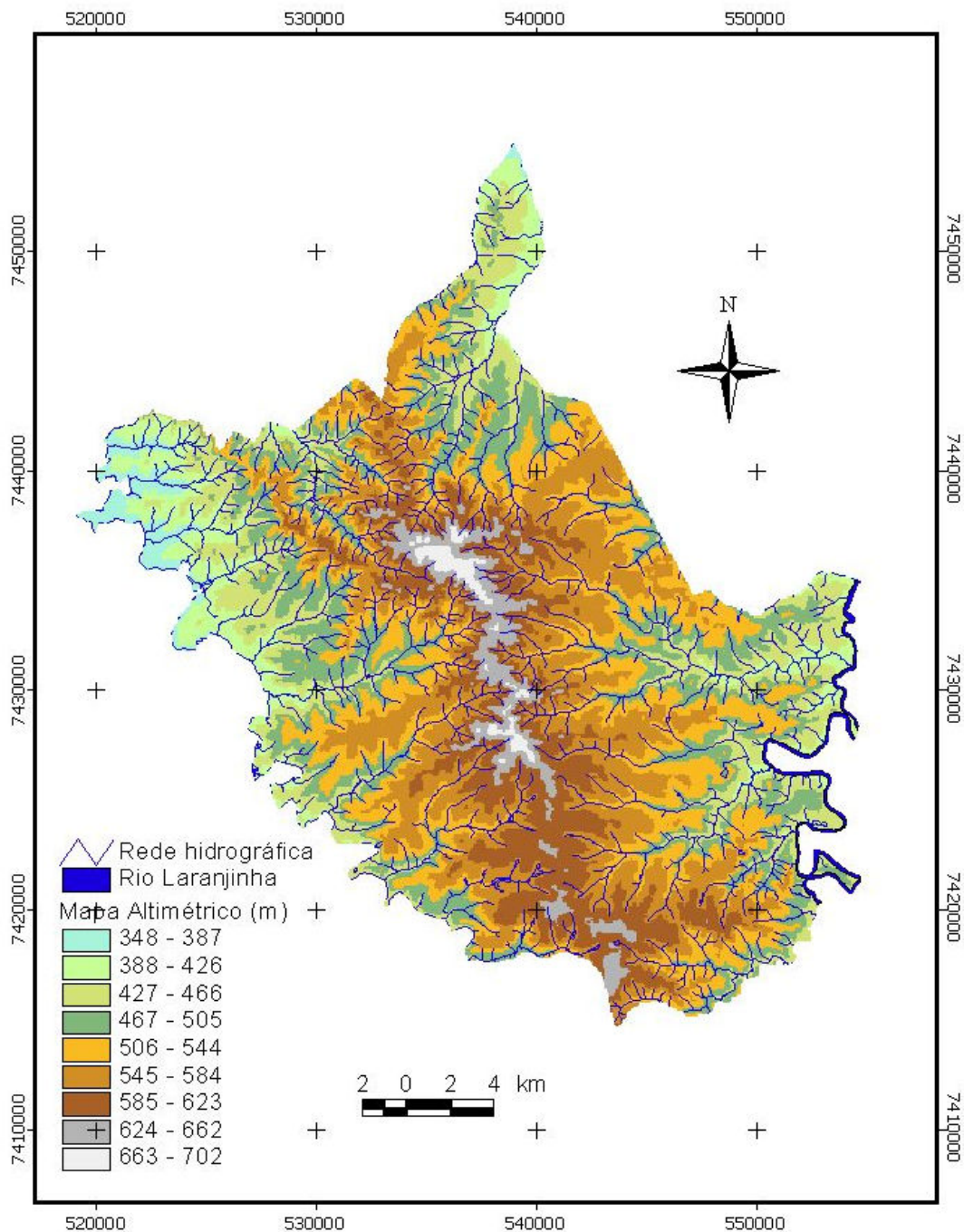


Figura 2. Rede drenagem sobre mapa altimétrico (cotas de 40 m) do município de Cornélio Procópio.

A remoção da vegetação nativa nos topos de morros e nas margens dos rios para implementação da agricultura e das pastagens sem considerar a aptidão das terras e sem a adoção de práticas de manejo e técnicas de conservação de solo, além da destruição de habitats, causa compactação do solo e a quebra de barranco acelera a erosão e conseqüente assoreamento. A reposição da vegetação nativa e das matas ciliares pode minimizar o processo erosivo e,

naturalmente, melhorar a qualidade e quantidade de água, essencial para a manutenção da vida, assim como para a capacidade produtiva do agronegócio.

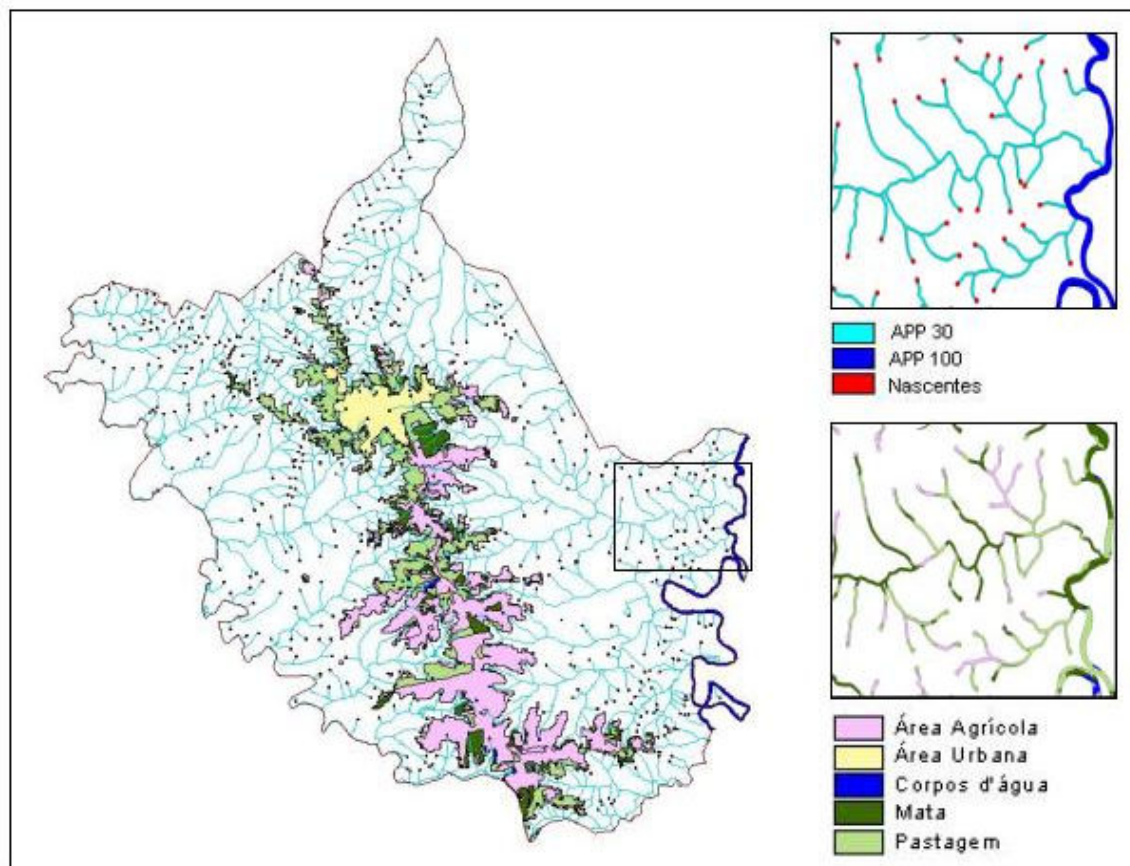


Figura 3. Uso e cobertura da terra na categoria topo de morro. Detalhe dos buffers gerados no entorno dos rios e nascentes e das classes de uso nos mesmos.

Na ausência da cobertura vegetal original que poderia minimizar o risco de erosão em áreas agrícolas, a adoção do plantio direto, em nível e o terraceamento, proporcionam benefícios econômicos, sociais e ambientais. No município de Cornélio Procópio o plantio tradicional com aragem do solo foi substituído pelo plantio direto há aproximadamente uma década, sendo que, atualmente, 90% da área agricultável são cultivadas desta forma. A redução da degradação e do empobrecimento do solo causados pela erosão, a significativa redução do consumo de óleo diesel e a maior estabilidade na produção devido à redução da perda de água e aumento na disponibilidade de nutrientes graças à cobertura morta protetora são algumas vantagens desse sistema de cultivo.

A maior transgressão ao Código foi verificada nas APPs no entorno das nascentes e nos topos de morro com 91,58% e 90,38% da área alterada para algum tipo de uso da terra respectivamente (Figura 4). Nas nascentes a classe predominante foi à pastagem (55,4%), enquanto somente 9,5% da área possuía matas. Nos topos de morros, 48,94% da área foi convertida para agricultura e 9,62% ainda possuía vegetação natural. A área de preservação ao longo do rio Laranjinha, a única que se enquadrou na categoria APP 100, estava menos

perturbada do que a categoria APP 30 (rios mais estreitos), com 44,18% da área preservada e 42,7% convertida em pastagem.

Diversos trabalhos evidenciam a ocupação indevida nas Áreas de Preservação Permanente. Tanto em áreas naturais quanto em áreas urbanas à infração sobre a categoria de APP ao longo dos rios é freqüente (Costa et al., 1996; Siqueira e Valeriano, 2000; Sturm et al., 2003). A ocupação das margens dos rios ocorre, pois estas estão sempre relacionadas ao acesso à propriedade, a obtenção de água, a implantação de cultivos além de utilização de seus recursos naturais (Siqueira e Valeriano, 2000).

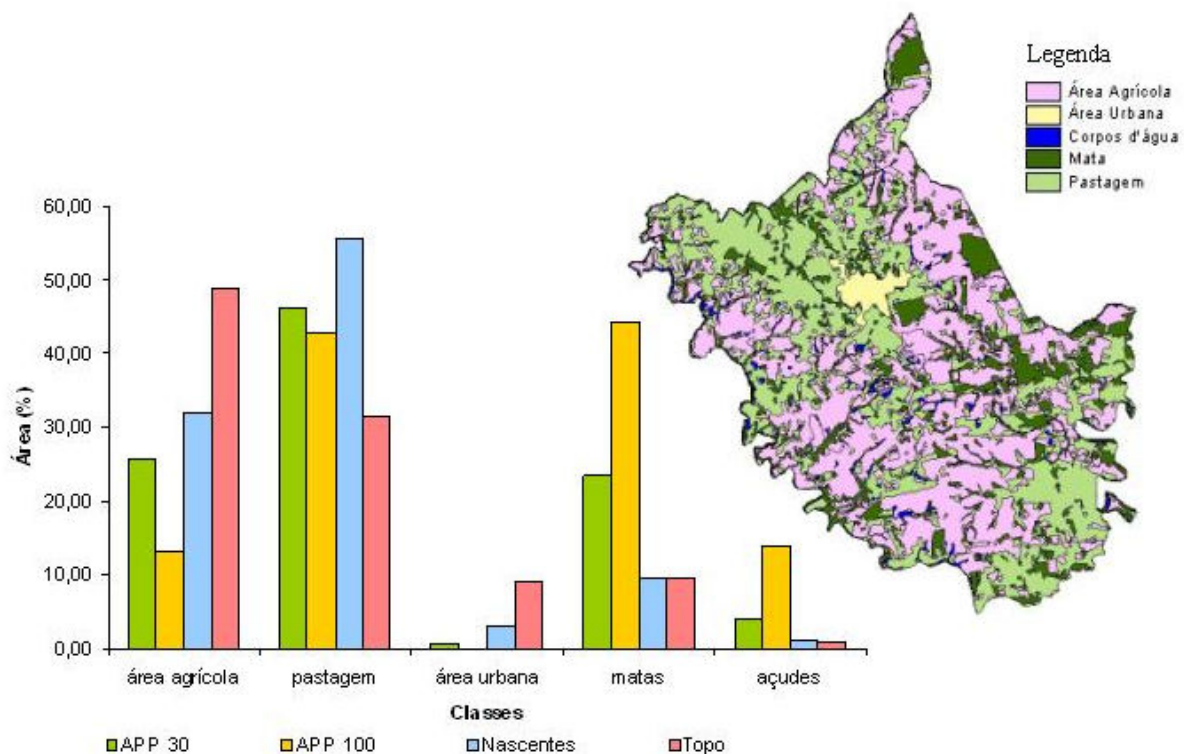


Figura 4. Uso da terra (área %) relativa as APPs analisadas e mapa de uso do município.

É interessante notar neste estudo a inversão de importância da preservação nas diferentes categorias de drenagem analisadas. As nascentes, que deveriam estar mais preservadas por abastecerem os córregos, os cursos d'água e riachos que, por sua vez, abastecem os rios, foram as áreas de preservação onde ocorreu a maior transgressão, enquanto o curso d'água mais largo (APP 100) foi o que apresentou maior proporção de mata nas áreas de preservação.

Uma questão a se considerar é a origem histórica e o propósito da definição das Áreas de Preservação Permanente e qual a sua relação com o seu atual estado de conservação. Segundo Manfrinato et al. (2005) a definição e o conceito das APPs apresentavam caráter econômico, não estritamente ambiental. A análise do histórico da legislação florestal levou os autores a conclusão de que, grande parte do desmatamento ocorrido nas APPs foi realizado quando ainda não havia proteção destas áreas. Ou seja, muitos desmatamentos foram realizados dentro da legalidade, daí não ser possível afirmar, categórica e genericamente, de que é obrigação do proprietário recompor a vegetação natural destas áreas. Neste contexto, os princípios da cidadania deveriam

orientar os proprietários de terra e a sociedade à procura de novas formas para restaurar o ambiente e com isto minimizar os impactos ambientais através do uso eficiente dos recursos naturais.

4. Conclusão

A integração de dados de Sensores Remotos diferentes demonstrou ser um método viável e simples para análise do cumprimento do Código Florestal brasileiro.

A transgressão do Código Florestal foi verificada em todas as categorias de Áreas de Preservação Permanente analisadas, sendo mais evidente no entorno das nascentes e nos topos de morro.

Apesar de no município predominar a classe de uso da terra agricultura esta só foi coincidente na categoria topo de morro, nas demais Áreas de Preservação analisadas a pastagem prevaleceu.

5. Referências Bibliográficas

Adami, M. **Estimativa de áreas agrícolas por meio de técnica de sensoriamento remoto, geoprocessamento e amostragem**. 2003. 183p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003.

Brasil. **Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o Código Florestal. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

Brasil. **Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989**. Altera a Lei nº 4771/65. Disponível em: <<https://www.planalto.gov.br/>>. Acesso em: 14 fev. 2006.

Brasil. **Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2003**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 17 jun. 2008.

Consultative Group for International Agriculture Research - Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI). **SRTM 90m Digital Elevation Data**. Disponível em: <<http://srtm.csi.cgiar.org/>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

Costa, T. C. C.; Souza, M. G.; Brites, R. S. Delimitação e Caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14 a 19 abr, 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 1996. Artigos, p. 121-127. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.16.17/doc/T48.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2008.

Christofolletti, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blücher, 1974. 149p.

Cunha, M. S. **Dinâmica da modernização agropecuária do norte paranaense, 1970-85**. 1993. 121 p. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Fundação Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 1993.

Manfrinato, W.; Zakia, M. J.; Bezerra, M. O.; Gavaldão, M. V.; Braga, R.; Frangetto, F. W.; Lima, L. F.; Razera, A. **Áreas de preservação permanente e reserva legal no contexto da**

mitigação de mudanças climáticas: mudanças climáticas, o código florestal, o Protocolo de Quioto e o mecanismo de desenvolvimento limpo. Rio de Janeiro: The Nature Conservancy, 2005, 65p.

Martins, S. S. **Recomposição de matas ciliares no Estado do Paraná.** 2ª ed. Maringá: Clichetec, 2005. 32p.

Paraná. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná.** Curitiba: Governo do Estado, 1987. 73p.

Rabus, B. M.; Eineder, A. R.; Bamler R. The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar, **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262, 2003.

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). **Vetores correspondentes à rede de drenagem do município de Cornélio Procopio** (escala 1:25000). [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por < adami@dsr.inpe.br > em 15 de Abr. 2008.

Siqueira, A. D.; Valeriano, D. M. Metodologia de análise de dados cartográficos e de sensoriamento remoto para o diagnóstico do estado de preservação da cobertura vegetal em áreas montanhosas. In: Simposio Latinoamericano De Percepción Remota (SELPER|), 6., 2000, Puerto Iguazú, Argentina. **Anais...** Misiones, SELPER, 2000. Artigos, p. 837-847. On-line. Disponível em: <<http://www.selper.org/trabajos/ma030.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2006.

Sturm, U.; Antunes, A. F.; Lingnau, C.; Bähr, H-P. Análise da ocupação em áreas de preservação permanente (APP) na área urbana do município de Matinhos utilizando a imagem IKONOS II. In: Colóquio Brasileiro De Ciências Geodésicas, 6., 2003, Curitiba, Paraná. **Anais...** Curitiba, UFPR, 2003. Artigos, p. 1-15. On-line. Disponível em: < http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/GeoColoq_2003/artigos/T122.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2006.