

## **MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NOSSA SENHORA DE LOURDES, EM SANTA MARIA - RS<sup>1</sup>**

### *MAPPING OF USE AND OCCUPANCY OF SOIL AT THE NOSSA SENHORA DE LOURDES WATERSHED IN THE CITY OF SANTA MARIA - RS*

**Bruno Garlet<sup>2</sup>, Robson Dalla Nora<sup>2</sup>, Rodrigo Bernardes<sup>2</sup>,  
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer<sup>3</sup> e Alexandre Swarowsky<sup>4</sup>**

#### **RESUMO**

O trabalho foi desenvolvido na microbacia hidrográfica de Santa Maria, bairro Nossa Senhora de Lourdes. Sua localização está compreendida entre as coordenadas UTM 229693,17 a 230588,58 m Leste e 6711807,23 a 6711637,85 m Sul, abrangendo uma área de aproximadamente 21,21 ha. O objetivo deste trabalho foi quantificar o uso e ocupação do solo de uma microbacia hidrográfica localizada na região urbana de Santa Maria - RS, por meio dos classificadores Maxver do aplicativo Spring 5.0.6. A metodologia foi dividida em etapas: delimitação da microbacia e criação da rede de drenagem, por meio do aplicativo computacional ArcGis 9.3, determinação e quantificação das classes de uso do solo pelo aplicativo SPRING 5.0.6. Os resultados de uso e ocupação do solo obtidos foram de 48,65% de vegetação arbustiva, 22,44% de vegetação rasteira, 10,66% de solo exposto e 18,25% de área urbanizada.

**Palavras-chave:** mapas, rede de drenagem, *softwares*.

#### **ABSTRACT**

*The study was conducted about one watershed in Santa Maria, in the Nossa Senhora de Lourdes neighborhood. Its location is between the coordinates UTM 229693.17 to 230588.58 m East and 6711807.23 to 6711637.85 m South, covering an area of approximately 21.21ha. The objective of this study is to quantify the use and occupation of the soil of a watershed located in the urban area of Santa Maria - RS through the Maxver classifiers of the Spring 5.0.6 applicative. The methodology was divided into stages: delimitation of the watershed and the creation of a drainage network through the ArcGis 9.3 computer applicative, and the determination and quantification of classes of land use by the SPRING 5.0.6 applicative. The results about the use and occupation of soil were: 48.65% of shrubs, 22.44% short, ground vegetation, 10.66% of bare soil and 18.25% of urbanized area.*

**Keywords:** maps, drainage network, *software*.

---

<sup>1</sup> Trabalho Final de Graduação - TFG.

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário Franciscano.

<sup>3</sup> Orientador - Centro Universitário Franciscano.

<sup>4</sup> Colaborador - Centro Universitário Franciscano.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das cidades é um fato irreversível, visto que no início do século XX, 10% da população vivia em áreas urbanas, e hoje a metade da população mundial vive nas cidades (SIRKIS, 2003). Segundo Luz (2009), essa forma descontrolada de crescimento das cidades em países em desenvolvimento atinge principalmente o ambiente, no qual problemas de saneamento básico (abastecimento de água, redes de coleta de esgoto e águas pluviais), a ocupação do solo e aglomeração da população de baixa renda em locais de risco é iminente. Braga (2003) comenta que o consumo dos recursos naturais (principalmente a água), o lançamento de resíduos no meio ambiente e o uso e ocupação do solo são os principais elementos que influenciam na qualidade ambiental das cidades.

A variabilidade espacial do uso e ocupação do solo, da topografia e da litologia, são essenciais para ajudar a explicar a diversidade do comportamento da movimentação das águas em unidades de resposta hidrológica (GREHS, 2003). Conforme Becker (2005), os mecanismos que controlam os processos hidrológicos são múltiplos, possuem ampla variabilidade espacial e são verificados por fatores climáticos, pedológicos e geológicos, e de uso do solo ou vegetação. Unidades de paisagem com combinação análoga desses fatores tendem a ter comportamento hidrológico similar, sendo definido como “hidrótopo” ou unidades de resposta hidrológica (KIRKBY et al., 2002).

Um dos recursos naturais mais afetados, atualmente, é a água. Ela pode estar contida superficialmente e subterrânea. As águas superficiais escoam por bacias hidrográficas, que são áreas drenadas por um determinado rio ou por um sistema fluvial até seu exutório, funcionando como um sistema aberto, no qual a quantidade de água que chega até o sistema fluvial depende da área da bacia, da precipitação total e das perdas devido à evapotranspiração e à infiltração, em que cada um dos elementos possui uma função própria, se estruturando e se inter-relacionando (TUCCI; MENDES, 2006). Campos (2001) afirma que o uso inadequado do solo urbano é um grande problema ambiental, que influencia nos processos de formação de cheias e de recarga de aquíferos, sendo que as soluções para este impacto são difíceis e onerosas. Destaca, ainda, que a dificuldade em estabelecer uma política apropriada para o uso do solo decorre, basicamente, de interesses econômicos envolvidos. Consequentemente é importante estudar os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente, por meio do uso e ocupação do solo nas cidades e suas consequências pela utilização descontrolada dos recursos naturais.

O geoprocessamento é uma ferramenta importante nos estudos e análises ambientais. É uma tecnologia multidisciplinar que, por meio da localização e do processamento de dados geográficos, utiliza equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados (ROCHA, 2000). Já para Mendes e Cirilo (2001), é uma ferramenta

que possui de forma eficiente a vantagem de fornecer economia de recursos e tempo quando se trata de manipulação de funções representativas de processos ambientais. Tais manipulações constituem na associação de dados de diferentes fontes (mapas topográficos, mapas de solo, etc.) e escalas com dados descritivos (tabulares), gerando uma representação das informações almeçadas na forma de mapas temáticos.

Existem dois métodos de classificação de imagens, o método supervisionado ou não supervisionado. Na classificação supervisionada temos, por exemplo, o algoritmo MAXVER de verossimilhança (VALENTE; VETTORAZZI, 2003) este requer um conhecimento como prioridade do número de classes de uso e cobertura do solo contido em uma imagem (RIZZI; RUDORFF, 2005). Na classificação não supervisionada, busca-se delimitar áreas utilizando combinações de bandas de imagens, e o usuário pode controlar o tamanho mínimo das áreas formadas e a diferença mínima entre os níveis de cinza para a definição de uma borda entre áreas (DAIANESE, 2001).

Assim sendo, a utilização de aplicativos computacionais de geoprocessamento é muito útil na delimitação de bacias hidrográficas, que é delimitada pelos seus divisores de água e pela rede fluvial de drenagem; essa delimitação pode ser feita por meio de modelos digitais de elevação (MDE). Os divisores de água de uma bacia formam uma linha fechada ortogonal às curvas de nível do mapa e desenhada a partir da seção fluvial do exutório seguindo-se as maiores cotas. A área de drenagem de uma bacia hidrográfica é formada pela superfície da projeção vertical da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal (NAGHETTINI, 2000). O objetivo deste trabalho foi quantificar o uso e ocupação do solo de uma microbacia hidrográfica localizada na região urbana de Santa Maria - RS, por meio dos classificadores Maxver do aplicativo Spring 5.0.6.

## **METODOLOGIA**

Foi determinado o exutório de acordo com uma visita no local de estudo, em que foi feito a coleta de coordenadas do mesmo com um GPS de navegação da marca Garmin eTrex HCX.

O *software* escolhido para o desenvolvimento do trabalho foi o Spring versão 5.0.6, de distribuição gratuita desenvolvido pelo INPE. Foi utilizado para gerar as curvas de nível da área, a partir do modelo digital de elevação SRTM interpolado com resolução de 1 metro. No mesmo *software* realizou-se o georreferenciamento e a classificação de imagem, utilizou-se uma imagem de alta resolução importada do *software* Google Earth Pro e a mesma foi recortada conforme a área da microbacia delimitada anteriormente. Por se tratar de uma área não muito extensa e com uma variância altimétrica relativamente baixa, optou-se por trabalhar com 10 pontos de controle para gerar a imagem georreferenciada. No processo de levantamento das classes foi realizada a diferenciação do uso e ocupação do solo separando-as em função do intervalo de brilho do pixel. As classes utilizadas foram consideradas conforme os alvos urbanos descritos na tabela 1.

**Tabela 1** - Classes de uso, cor e alvos utilizados.

<b>Classes</b>	<b>Cor Atribuída</b>	<b>Alvos Coletados</b>
<b>Vegetação arbustiva</b>	Verde escuro	Árvores
		Pomares
<b>Vegetação rasteira</b>	Verde claro	Gramas
<b>Solo exposto</b>	Marrom	Solo sem vegetação
		Terraplanagem
		Telhados de cerâmica
		Telhados metálicos
<b>Urbanização</b>	Cinza	Asfalto
		Galpões
		Laje exposta

Após realizar o *download* do modelo digital de elevação Shuttle Radar Topography Mission - SRTM (modelo numéricos de dados de relevo e da topografia), referente à área de interesse do site da Embrapa, foi recortado no local em que localizava-se a área utilizando o *software* Adobe Photoshop com a finalidade de se ter uma imagem mais “leve” para trabalhar-se posteriormente.

O modelo SRTM referente possui resolução espacial original de aproximadamente 90m. Sendo assim, tratando-se de uma microbacia precisa-se de uma melhor resolução, uma alternativa foi realizar interpolação da imagem no *software* Arcgis 9.3 para se obter uma imagem com *pixel* de 1m, e assim, gerar a rede de drenagem da área utilizando o aplicativo SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Tendo a hidrografia, identificou-se o ponto de exutório em estudo inserindo as coordenadas obtidas anteriormente a campo, em que foi criado um ponto referente ao local para após realizar a delimitação da área ou microbacia.

A classificação foi realizada por processo não supervisionado e supervisionado. No primeiro, o *software* realiza uma classificação automática utilizando o classificador Kmédias. No processo supervisionado foi coletado na imagem pelo menos seis amostras de cada classe, realizou-se a análise da sua homogeneidade dentro do intervalo de classes, trabalhou-se com limiar mínima de aceite para as amostras de 95%, amostras abaixo desse valor foram eliminadas. Os classificadores utilizados foi o Maxver com limiar de aceite de 100%, 99%, 95%, 90% e o de distribuição euclidiana. Com as imagens temáticas obtidas das classificações, foi realizada a escolha visual da que melhor se assemelha aos usos de solo da área em estudo, e gerado um relatório da classificação.

A confecção do mapa de uso e ocupação sobreposto com a rede hidrológica foi executada no aplicativo Spring, em que importou-se para o banco de dados a rede hidrológica georreferenciada gerada anteriormente no *software* Arcgis 9.3. No módulo Scarpa foi elaborado os ajustes finais na geração dos mapas, inserindo as informações básicas que devem compor o mapa como legenda, orientação, escala e grade de coordenadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos procedimentos utilizados, foi obtida a área de limite da microbacia conforme figura 1, com uma área equivalente de 21,21 ha, em que podemos por meio de uma análise visual, a presença de vegetação arbustiva, urbanização, vegetação rasteira e solo exposto.

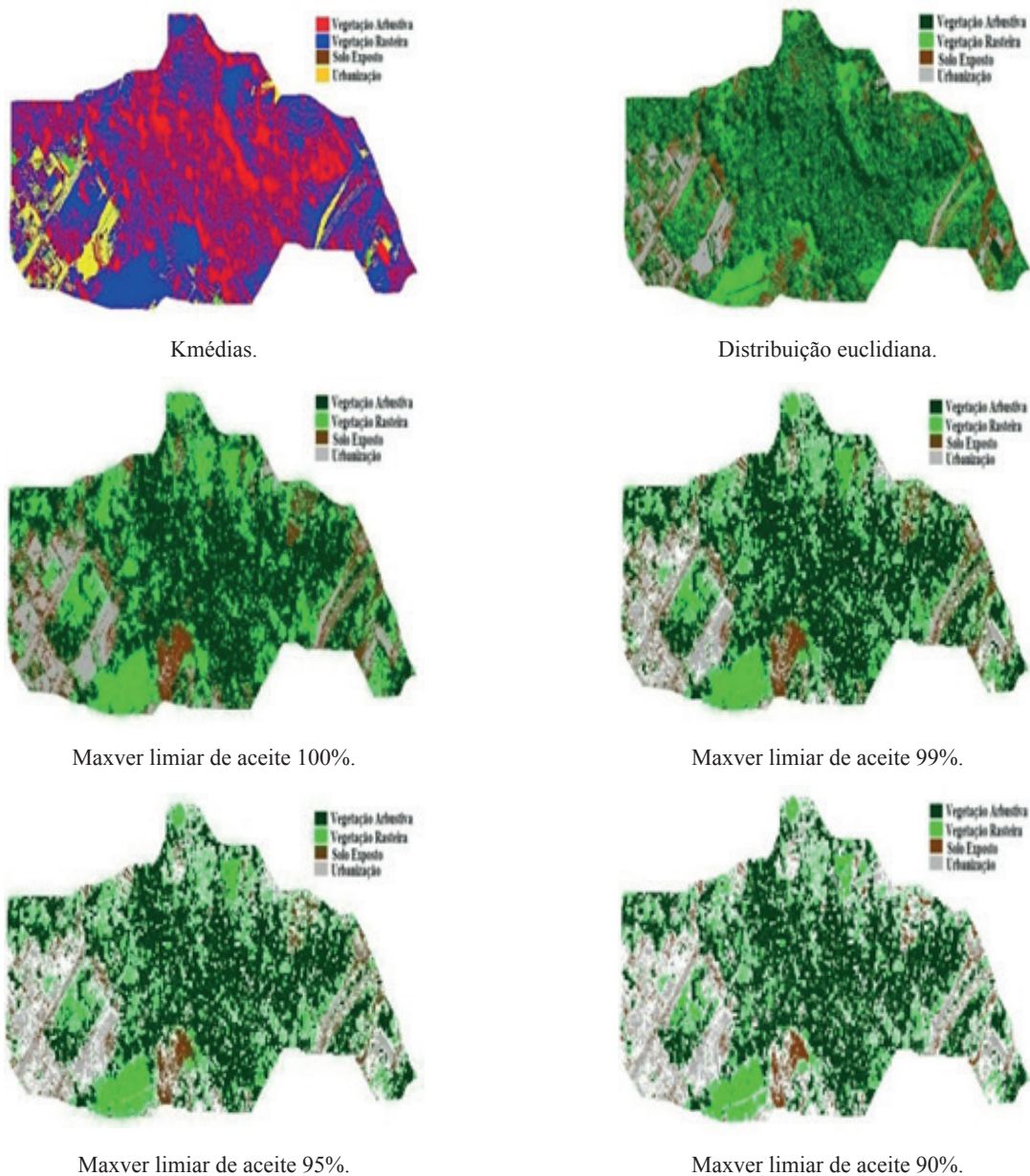


**Figura 1** - Imagem de Satélite da microbacia delimitada.

Fazendo uma análise visual conforme figura 2, verificaram-se que os classificadores fizeram uma maior confusão entre a vegetação arbustiva e a vegetação rasteira devido as suas similaridades dos valores de brilho do pixel. O classificador Maxver com Limiar de aceite de 100% foi o que apresentou melhor separabilidade das classes de uso do solo da microbacia, apresentando um desempenho médio de 97,54 % com uma confusão média das amostras de 2.46%.

A tabela 2 apresenta a quantificação e percentagem das classes de uso e ocupação do solo na área estudada, conforme classificador que obteve melhor desempenho (Maxver limiar de aceite 100%). O uso do solo predominante é o de vegetação arbustiva com 48,65%, este fato pode ser explicado por ser o local de uso que apresenta a maior declividade da bacia, e pela existência de um curso d'água, sendo uma área de preservação permanente - APP, proibido o desmatamento da mesma para possível expansão urbana.

A vegetação rasteira é vista com 22,44%, com sua localização de variação altimétrica plana e próxima a urbanização, sendo locais de possíveis edificações futuras. O solo exposto obteve 10,66% da área, devido a locais em que houve remoção da cobertura vegetal, terraplanagens para novas construções e locais em que predomina plantio de pomares. A classe Urbanização apresenta um percentual de ocupação de 18,25%, o que justifica por ser uma área de perímetro urbano.



**Figura 2** - Coletânea de imagens geradas com diferentes classificadores no aplicativo Spring 5.0.6.

**Tabela 2** - Quantificação das classes de uso e ocupação do solo da área de estudo.

Classes	Área (ha)	% Relativa ao total
<b>Vegetação arbustiva</b>	10,32	48,65%
<b>Vegetação rasteira</b>	4,76	22,44%
<b>Solo exposto</b>	2,26	10,66%
<b>Urbanização</b>	3,87	18,25%
<b>Total</b>	<b>21,21</b>	<b>100%</b>

Os resultados gerados com informações da rede de drenagem sobreposta ao mapa de uso e ocupação do solo podem ser visualizados conforme figura 3.

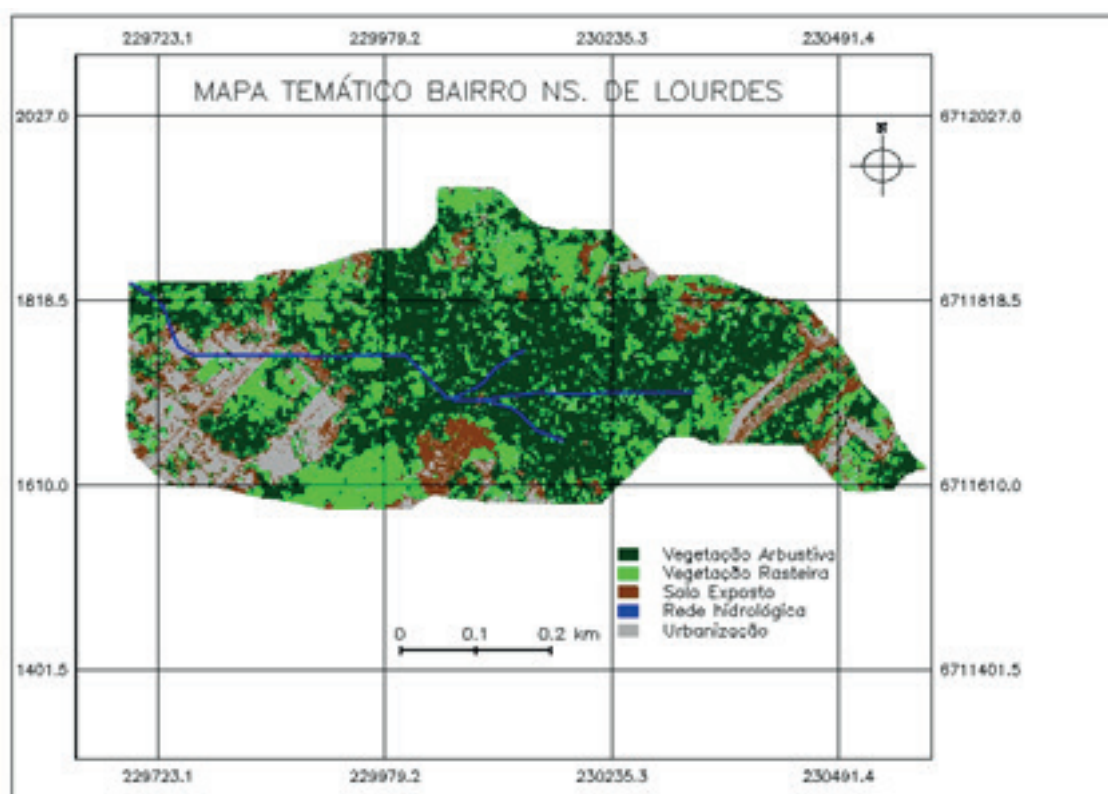


Figura 3 - Rede hidrológica e mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.

Nota-se que a rede de drenagem gerada em determinados locais está sobreposta na urbanização, o que justifica-se pela rede ser gerada em influência apenas da variação altimétrica do terreno representada pelo modelo digital de elevação SRTM, que não leva em consideração possíveis deslocamentos de altitudes provocados pelas construções urbanas. Nos locais em que a vegetação arbustiva predomina a hidrologia aproxima-se do modelo real visualizado na área.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o Spring é eficiente na quantificação do uso e ocupação do solo, sendo que o mapeamento foi gerado com facilidade por meio do processo não supervisionado e supervisionado. A quantificação das classes de uso e ocupação dos solos identificadas pelo *software* apresentaram distorções da área real em estudo, porque em alguns locais a vegetação arbustiva e rasteira apresenta características espectrais similares, pois as amostras coletadas apresentam pixel de contrastes parecidos.

## REFERÊNCIAS

- BECKER, A. Runoff process in mountain headwater catchments: recent understanding and research challenges. In: HUBER, et al (Ed.). **Global change and mountain regions**. Netherlands, 2005, p. 283-295.
- BRAGA, R. Planejamento urbano e recursos hídricos. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de. **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal - Deplan - UNESP - IGCE, 2003.
- CAMPOS, N. Política de Águas. In: CAMPOS, N.; STUDART, T. **Gestão de águas: princípios e práticas**. Porto Alegre: ABRH, 2001, p. 25-38.
- DAIANESE, R. C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual**. 2001. 185 f. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu. São Paulo, 2001.
- GREHS, S. A. **Efeitos da Espacialização de Propriedades Físicas nas Respostas Hidrológicas da Bacia do Rio Ibirapuitã, Rio Grande do Sul**. 2003. 221 f. Tese Submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Doutorado em Engenharia), Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- KIRKBY, M. J.; BRACKEN, L. J.; REANEY, S. The influence of landuse, soils and topography on the delivery of hillslope runoff to channels in SE Spain. **Earth Surface Landforms and Processes**, v. 27, p. 1459-1473, 2002.
- LUZ, C. N. **Uso e ocupação do solo e os impactos na qualidade dos recursos hídricos superficiais da bacia do rio Ipitanga**. 2009. 130 f. Dissertação, Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 533 p.
- NAGHETTINI, M. C. **Projeto Rio de Janeiro - Estudo de chuvas intensas no estado do Rio de Janeiro**. Belo Horizonte: Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, CPRM, 2000. 140 p. (Relatório Técnico).
- RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 226-234, 2005. Disponível em: <<http://bit.ly/1xZpuiA>>. Acesso em: 12 out. 2013.



ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora. Ed. do autor. 2000. 165 p.

SIRKIS, A. C. **Meio Ambiente no Século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p. 215-230.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. B. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas**. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente e PNUD (Projeto PNUD 00/20). Apoio a Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental, 2006. 302 p.

VALENTE, R. de O. A.; VETTORAZZI, C. A. **Mapeamento de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Corumbataí, SP**. Piracicaba: Circular Técnica, n. 196, p. 1-9, 2003.

