

Alterações no uso do solo da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (MS/PR/SP) durante a década de 2000.

Alessandra Ribeiro de Moraes^{1,2}
Ricardo Silveira Bernardes¹

¹ Universidade de Brasília – UnB/FT/EnC
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Prédio SG 12 –
70910-900 - Brasília - DF, Brasil
{armoraes, ricardo}@unb.br

² Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul - UEMS
Rodovia BR 163 Km 20,2 – 79980-000 – Mundo Novo - MS, Brasil
alessandra@uems.br

Abstract. Land use changes are considered a precise indicator of the human impact on the ecosystems. The development of spatial geotechnologies has provided an useful set of tools that can characterize and improve the analysis of those changes. However, the employment of such helpful technologies is scarce in Brazil, specially in areas of low economic development. With the aim to characterize the land use changes in the Ilhas e Várzeas do rio Paraná Environmental Protection Area, located in the boundaries of Mato Grosso do Sul, Paraná and São Paulo states, during the 2000 decade, a set of satellite images were classified. The images from LANDSAT TM were chosen considering the dates of low and high water of Parana river, which represent wet and dry periods. Four classes were defined: water, forest, crops and cattle raising. It could be verified the rise in cattle ranching area, the main economic activity in Mato Grosso do Sul state. Considering the variation during the year, forests showed the higher difference. This class comprises not just dry forests but also vegetation that is submerged during Paraná river floods, mainly. The results achieved depict the necessity of more accurate studies in the area in order to support management decisions.

Palavras-chave: spatial geotechnologies, Paraná river, wetlands, reservoirs, human impact, geotecnologias espaciais, rio Paraná, áreas alagáveis, reservatórios e impactos antrópicos.

1. Introdução

A análise temporal das alterações no uso do solo utilizando a ferramenta do geoprocessamento permite a identificação dos tipos, extensão e localização das mudanças nas características dos alvos e a proposição de cenários em função das condições atuais de determinado ambiente. Kashaigili et al. (2006) explicam que, para entender as mudanças recentes e prever os cenários são necessários dados quantitativos e espacialmente identificados sobre como a cobertura do solo tem sido modificada pela ação antrópica ao longo dos anos e como será modificada.

Bolca et al. (2007) ressaltam a importância da aplicação de sensoriamento remoto para detectar mudanças na cobertura e uso do solo. Para os autores, tais estudos são de importância significativa, pois os recursos ambientais desempenham um papel estratégico na determinação do progresso econômico, social e cultural.

O geoprocessamento, por meio da localização e do processamento de dados geográficos, é capaz de aglutinar diferentes áreas do conhecimento, proporcionando uma abordagem sistêmica da paisagem. Representa um importante subsídio às pesquisas que envolvem a modelagem de sistemas ambientais, pois lida com a complexidade da dinâmica dos ambientes (Steinke, 2007).

Para Zomer et al. (2008), o aperfeiçoamento dos sistemas de geoprocessamento e, portanto, a identificação mais precisa de mudanças na estrutura dos ecossistemas, poderão contribuir para avaliar os efeitos das alterações ambientais induzidas pelas mudanças climáticas, uso intensivo do solo e outros impactos antrópicos. Segundo os autores, o geoprocessamento pode fornecer, não apenas informações sobre a natureza e direção das mudanças, mas também, indicações das principais forças-atuantes.

Rebello et al. (2009) comentam que análises geoespaciais envolvendo a combinação de imagens de satélite, fotografias aéreas e informações de campo relativas ao uso e cobertura do solo, em múltiplas escalas, estão sendo usadas para desenvolver ferramentas que possam auxiliar a tomada de decisão a respeito de usos futuros do solo em *wetlands*, especialmente, em regiões com atividades agrícolas ou de pesca intensivas.

Embora a literatura científica referente à utilização de técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em análises de usos do solo seja extensa (Bertolo et al., 2009), o Brasil ainda carece de mapeamentos, especialmente em áreas de pouco desenvolvimento econômico. A Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (APA IVAP), criada em 1997, ainda não apresenta um plano de manejo aprovado e há poucas pesquisas realizadas referentes ao uso e cobertura do solo na área; os estudos existentes concentram-se na região da planície de inundação do rio Paraná. Para Hayakawa et al. (2009), uma das formas de analisar possíveis alterações na dinâmica e nos processos que ocorreram nessa planície de inundação é através de análise multitemporal. Segundo os autores, a análise de variáveis como vegetação, geomorfologia e uso do solo em escala temporal pode fornecer subsídios sobre o dinamismo da planície fluvial.

Considerando a crescente ocupação na APA IVAP e os impactos advindos da utilização antrópica, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de realizar uma análise das mudanças no uso do solo da região, a partir do ano de 2000 até 2010, nos períodos de cheia e seca.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

A APA IVAP ocupa 10.000 km² nos Estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, na região da planície de inundação do alto Paraná (Figura 1). A APA IVAP abriga, além do Parque Nacional de Ilha Grande, o Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema e a Estação Ecológica de Caiuá. Apesar das unidades de conservação estabelecidas, a ocupação sem

planejamento na área resultou na degradação dos recursos naturais, comprometendo os serviços ambientais prestados pelas áreas alagáveis.

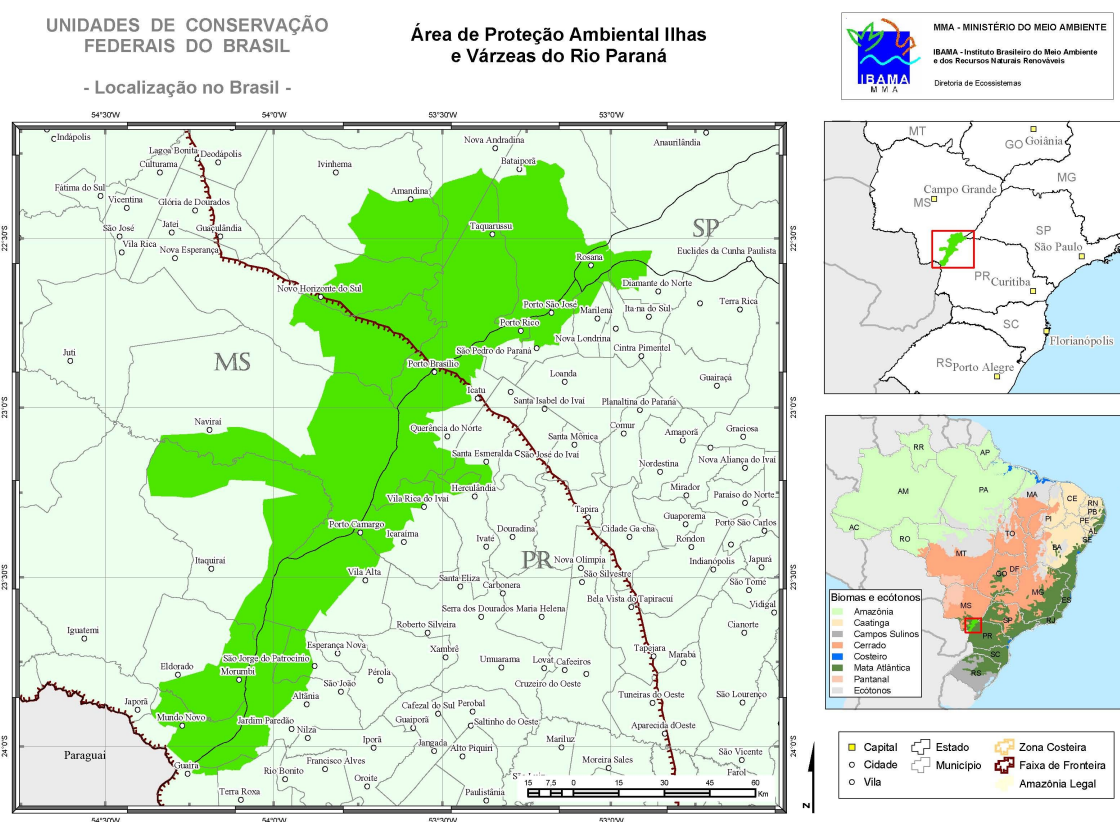


Figura 1. Localização da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (Pereira, 2007).

A região da planície de inundação do alto Paraná tem sido objeto de investigação por pesquisadores, sobretudo da Universidade Estadual de Maringá, há quase 30 anos. Para Comunello et al. (2003), a complexidade da paisagem na região, expressa por uma diversidade de ecossistemas, é devida às condições de inundação e ao mosaico de solos formados sobre diferentes deposições sedimentares.

Os períodos de cheia e seca foram definidos a partir dos valores da cota máxima e mínima do rio Paraná, uma vez que não há um registro contínuo e atualizado dos valores de cota ou vazão de outros rios da região. No trecho compreendido pela APA, o rio Paraná é livre de barragens, sendo a vazão controlada à montante, pela Usina Hidrelétrica Presidente Sérgio Motta (Porto Primavera) e Usina Hidrelétrica de Rosana e, à jusante, pela Usina Hidrelétrica de Itaipu. Tais usinas entraram em funcionamento em 2000, 1987 e 1984, respectivamente. Dessa forma, a variação do nível fluviométrico do rio Paraná, no trecho da APA IVAP, é regulada conjuntamente pelas referidas barragens desde o ano 2000. Os valores da cota do rio foram obtidos do Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPELIA).

2.2 Classificação do uso do solo

Para garantir a homogeneidade das informações, foram escolhidas as cenas do satélite LANDSAT 5 TM, obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), conforme a Tabela 1. Devido à extensão da área, foram necessárias quatro cenas para cobrir a área ocupada pela APA IVAP. Em cada período, levou-se em consideração a disponibilidade de

cenos cujas datas mais se aproximassem das datas em que a cota do rio Paraná atingiu os valores máximos e mínimos, assim como a qualidade e a cobertura de nuvens em cada cena.

Tabela 1. Cenas que cobrem a APA IVAP correspondentes às cotas máximas e mínimas do rio Paraná, nos anos de 2000, 2007 e 2010.

Ano	Data	Cota (m)	LANDSAT 5 TM			
			223.76	224.75	224.76	224.77
2000	25/03	460,5	02/04	09/04	09/04	09/04
	17/07	164,2	05/06	25/04	25/04	25/04
2007	22/02	596,5	05/03	28/03	28/03	28/03
	02/07	203,5	27/07	02/07	02/07	02/07
2010	04/02	669,5	14/04	21/04	21/04	15/01
		*	03/07	24/06	24/06	24/06

* Até o momento de elaboração do artigo, a cota do rio Paraná estava disponível até o dia 30/04/2010. Portanto, foram escolhidas as cenas disponíveis do meio do ano, período característico dos valores de cota mais baixos.

O georreferenciamento das cenas foi feito usando cenas ortorretificadas disponíveis no site *Global Land Cover Facility (GLFC/ESDI)*. O sistema de projeção cônica equivalente de Albers foi adotado devido à extensão da área delimitada pela Unidade de Conservação, que ocupa parte de dois fusos distintos (21 e 22 Sul).

Foi realizada uma composição colorida de cada cena (RGB345) e, em seguida, o mosaico da área. Para o recorte do limite da APA IVAP foi usado o *shapefile* das unidades de conservação, disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente, como máscara.

Procedeu-se à classificação supervisionada das imagens, por máxima verossimilhança (MAX VER), sendo definidas quatro classes: corpos d'água, mata, agricultura e pecuária. A escolha por esse método baseou-se nos resultados de Hayakawa et al. (2009) que o utilizaram, além da classificação não-supervisionada, tendo obtido classificações que variam das categorias de Muito Boa a Excelente. No presente estudo, a classe mata compreende áreas de reflorestamento, floresta ou formações pioneiras com influência fluvial lacustre, conforme classificação do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica (PROBIO).

Para a análise das mudanças no uso do solo, nos anos de 2000, 2007 e 2010 foi considerada a variação nas áreas ocupadas pelas classes definidas anteriormente.

3. Resultados e Discussão

A variação na área das classes de uso do solo na APA IVAP, entre os anos de 2000, 2007 e 2010 é apresentada nas Figuras 2 e 3, para os períodos de cheia e seca, respectivamente.

Embora tenham sido adotadas apenas quatro classes de uso do solo, verifica-se a mudança na área ocupada por tais classes. A classe denominada mata é a que apresenta maior variação ao se considerar os períodos de cheia e seca, isso porque estão incluídas formações vegetais sujeitas ao alagamento.

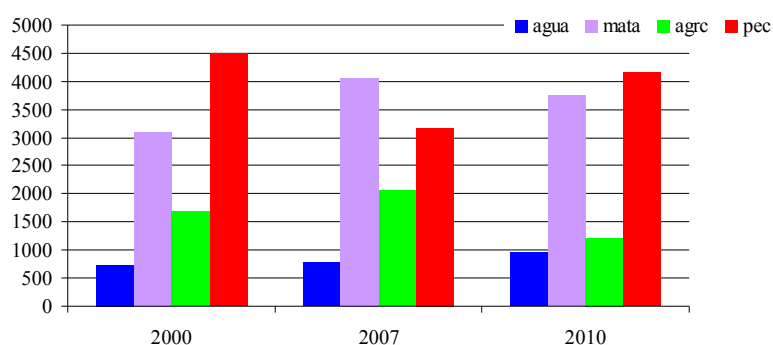


Figura 2. Variação na área das classes de uso do solo na APA IVAP, entre os anos 2000, 2007 e 2010 durante o período de cheia.

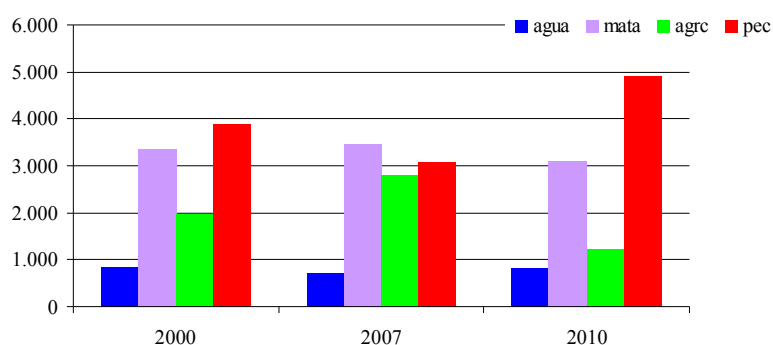


Figura 3. Variação na área das classes de uso do solo na APA IVAP, entre os anos 2000, 2007 e 2010 durante o período de seca.

Os cursos d'água apresentam pouca variação, possivelmente devido ao fato da vazão do rio Paraná (principal rio da APA IVAP) ser controlada pelas usinas hidrelétricas à montante e à jusante dos limites da unidade de conservação.

Embora a variação na área ocupada pelas classes agricultura e pecuária tenha sido acentuada entre os anos, ao se considerar os períodos de cheia e seca, a diferença dos resultados possa ser explicada por erros na classificação. Entretanto, merece ser destacado que a pecuária é a atividade que apresentou maior crescimento, entre os anos de 2000 a 2010.

Kashaigili et al. (2006) utilizou matrizes de identificação de mudanças em imagens multitemporais para avaliar as alterações provocadas pelas atividades antrópicas em *wetlands* na Tanzânia. Os autores reconhecem que a sobrestimação da cobertura vegetal durante o período úmido pode ser atribuída à variação do conteúdo de umidade nos diferentes estados fenológicos ou às diferentes resoluções espaciais. Comentam ainda, que outros estudos revelam que os períodos secos são mais favoráveis para detectar mudanças no uso do solo.

O uso atual do solo na APA IVAP pode ser observado na Figura 4. Verifica-se que a pecuária é a atividade predominante, ocupando cerca de 50% (4900 km²) da área da APA

IVAP. A classe denominada mata ocupa 3122 km², enquanto a área da agricultura é cerca de 1218 km². A área dos cursos d'água é de 813 km², dos quais o rio Paraná é o que se destaca.

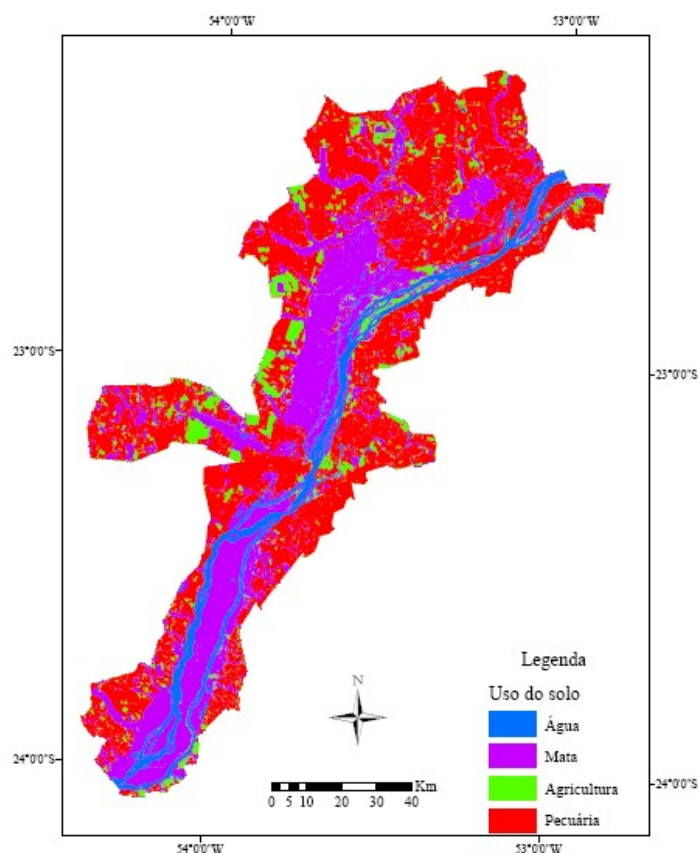


Figura 4. Uso atual do solo na APA IVAP

Hayakawa et al. (2009) definiram cinco classes para o mapeamento temático da planície de inundação: vegetação arbórea; vegetação arbustiva e gramíneas; vegetação de áreas úmidas; rios, lagoas e ressacos e solo nu. Segundo os autores, a partir de 1987, a planície de inundação já apresenta escassa vegetação, sendo que a área de solo exposto tornou-se maior ao longo do tempo. Ressaltam ainda que a maior área de solo exposto na imagem de 2007 não representa a ocupação da planície, mas sim, a ação de uma cheia induzida pela operação do reservatório de Porto Primavera.

4. Conclusões

Os produtos obtidos do sensoriamento remoto foram de importância fundamental na obtenção dos dados de uso do solo pra fazer esse estudo comparativo, uma vez que a região é carente em alguns estudos e as imagens de satélite possibilitam o estudo remoto e a quantificação dos dados.

Verifica-se que ocorreram mudanças no uso do solo da APA IVAP ao longo da década de 2000. Embora a vazão do rio Paraná seja regulada pela operação das usinas hidrelétricas, foi possível constatar a variação nas áreas alagáveis entre os períodos definidos como cheia e seca.

Para a estimação mais precisa da análise dos impactos advindos das atividades antrópicas na região, são necessárias a definição de classes temáticas que representem a diversidade de usos e ocupação na região, ou seja, a atribuição de sub-classes, assim como a validação dos resultados pela da confirmação da verdade terrestre.

Embora o presente estudo apresente a classificação para quatro classes abrangentes, acredita-se que constitui uma contribuição, de primeira aproximação, para a tomada de decisões em relação à Unidade de Conservação, considerando a extensão que a mesma ocupa e as diversas pressões as quais está submetida.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração e disposição de Brunna Rocha Werneck e de Ricarso Tezini Minoti no auxílio ao tratamento dos dados.

Referências Bibliográficas

Bertolo, L.S.; Lima, G.T.N.P.; Santos, R.F. Proposta metodológica para medidas de direção e intensidade de mudanças na paisagem. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2., 2009, Corumbá. **Anais...** Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009. Artigos, p. 383-391. CD-ROM.

Bolca, M.; Turkyilmaz, B.; Kurucu, Y.; Altinbas, U.; Esetlili, M.T.; Gulgun, B. Determination of impact of urbanization on agricultural land and wetland land use in *Balçovas' Delta* by remote sensing and GIS technique. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 131, p. 409-419, 2007.

Comunello, E., Souza Filho, E. E., Rocha, P. C., Nanni, M. R. Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto rio Paraná: estudo preliminar. In: Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, **Anais...** Belo Horizonte. p. 2459-2466.

Kashaigili, J.J., Mbilinyi, B.P., McCartney, M., Mwanuzi, F.L. Dynamics of Usangu plains wetlands: Use of remote sensing and GIS as management decision tools. *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 31, p. 967-975, 2006.

Global Land Cover Facility (GLFC/ESDI). Disponível em: <http://www.landcover.org/data/degree/>. Acesso em: 5.nov.2010

Hayakawa, E.H., Prado, B.R., Tavares Júnior, J.B., Souza Filho, E.E., Couto, E.V. Avaliação multitemporal da planície de inundação do Alto Rio Paraná (região de Porto Rico – PR) através de classificação supervisionada e não supervisionada de imagens Landsat-5/TM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p.5865-5872. CD-ROM.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 10.mar.2010.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 06.mai.2010.

Núcleo de Pesquisa em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (NUPELIA). Disponível em: http://www.peld.uem.br/peld-Nivel_fluviometricohtm. Acesso em: 15.nov.2010.

Pereira, S.R.S. A Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do Rio Paraná. Ministério do Meio Ambiente (MMA)/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Mato Grosso Do Sul. 2007.

Rebelo, L.M., Finlayson, C.M., Nagabhatla, N. Remote sensing and GIS for wetland inventory, mapping and change analysis. **Journal of Environmental Management**, 90, 2144-2153. (2009)

Steinke, V.A. Identificação de áreas úmidas prioritárias para a conservação da biodiversidade na bacia da Lagoa Mirim (Brasil-Uruguai): Subsídios para a gestão transfronteiriça. 2007. 138p. (ECO/IB UnB – 17). Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Biologia. Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília. 2007.

Zomer, R. J., Trabucco, A., Ustin, S.L. Building spectral libraries for wetlands land cover classification and hyperspectral remote sensing. **Journal of Environmental Management**, p. 1-8, 2008.