ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

EVOLUÇÃO DO USO DO SOLO NO ARQUIPÉLAGO MUTUM-PORTO RICO, ALTO RIO PARANÁ, NO PERÍODO DE 2000 – 2010

Paulo Henrique Marques de Castro¹, Gerado Terceiro Correa¹, Pedro Rodolfo Siqueira Vendrame¹, Osvaldo Coelho Pereira Neto¹, José Paulo Peccinini Pinese¹

¹ Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380 –, Campus Universitário, Londrina – PR | CEP: 86057-970, email: paulocastro@uel.br, gcorrea@uel.br, vendrame@uel.br, coelho@uel.br, pinese@uel.br

Artigo recebido em 30/07/2014 e aceito em 00/00/2014

RESUMO

Desde a década de 1950 o processo de uso e ocupação do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico, localizado no alto rio Paraná, divisa entre os Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, promoveu diversas mudanças no quadro ambiental do arquipélago, principalmente em relação à vegetação. Para entendimento desse processo utilizou-se como base o mapeamento do uso do solo proposto por Correa (1988), que teve como recorte temporal o período de 1952 a 1996. Para obtenção de um quadro atual, este estudo propõe o mapeamento dos anos de 2000, 2005 e 2010, através da análise temporal da paisagem apoiado em imagens de satélite Landsat 5 TM, aplicadas a técnicas de sensoriamento remoto digital e geoprocessamento. A partir dos resultados obtidos é possível observar que o arquipélago tem sido modificado por eventos distintos das décadas anteriores, havendo atualmente um processo de recuperação da vegetação das ilhas.

Palavras chave: ilhas, sensoriamento remoto digital, geoprocessamento, classificação automática supervisionada.

EVOLUTION OF THE USE OF SOIL IN ARCHIPELAGO MUTUM-PUERTO RICO, Upper Paraná River, THE PERIOD 2000 - 2010

ABSTRACT

The process of land use in the archipelago Mutum-Porto Rico, located in Upper Paraná River, between the states of Paraná and Mato Grosso do Sul; since the 1950s resulted in several changes in environmental framework of the archipelago, mainly in relation to vegetation. For understanding of this process was used land use maps proposed by Correa (1988), which time frame the period from 1952 to 1996. To obtain a current frame, this study proposes the mapping of the years 2000, 2005 and 2010, through the temporal analysis of landscape supported by satellite images Landsat 5 TM, applied to techniques of digital remote sensing and GIS. From the results is possible to observe that the archipelago has been modified by different events of the previous decades, and there is a process of recovery of the vegetation of the islands.

Keywords: islands, digital remote sensing, GIS, supervised automatic classification.

Introdução

Os impactos ambientais advindos do modo de produção capitalista do espaço, que prioriza os interesses privados, ou de uma minoria que prima o acúmulo de capital, frente aos bens coletivos e a sustentabilidade, podem ser notoriamente compreendidos ao se analisar as condições socioeconômicas da população tradicional da região de Porto Rico-PR, especialmente de algumas ilhas do alto Rio Paraná, que sofreram notórias intervenções em seu meio de sobrevivência. A caracterização do uso do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico ilustra parte deste processo em diferentes períodos.

Segundo Agostinho *et al.* (1997), o segmento da bacia do rio Paraná no território brasileiro representa a área com grande densidade demográfica e concentração industrial no país. Nela se realiza uma atividade agropecuária que pratica o uso massivo de agentes químicos e a eliminação da vegetação ripariana. Além disso, os cursos de água desse trecho são regulados por diversos reservatórios com extensas áreas. Esse quadro de ocupação antrópica, associados aos problemas decorrentes dos desníveis socioeconômicos, especialmente nos maiores centros urbanos e nas zonas ribeirinhas, resulta em uma qualidade humana de vida inadequada e são responsáveis por uma acentuada degradação dos recursos naturais da bacia.

Aliado a isso, a operação da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera, no Estado de São Paulo, desde 1998, ocasionou drásticas alterações na dinâmica do Rio Paraná, interferindo em diversos processos. A caracterização atual do uso do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico, no alto Rio Paraná, próximo ao município de Porto Rico - PR, compreende os anos de 2000, 2005 e 2010, através de mapeamento digital, apoiado nas relações de interdependências existentes entre os componentes do meio local, para o conhecimento do seu funcionamento. A análise da variação temporal da paisagem terá como âncora as imagens de satélites Landsat 5 TM.

Segundo Feltran-Filho *et al.*, (1989), o uso do solo nada mais é que a forma de como o solo está sendo utilizada pelo homem. O uso inadequado pode provocar alguns danos ao meio ambiente, como erosão intensa, inundações, assoreamento dos reservatórios e cursos d'água. Para Centeno (2003), o sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais utilizadas para o estudo da Terra devido as suas principais vantagens em relação a outros métodos de coleta de dados da superfície terrestre. Dentre estas vantagens, destaca-se a visão panorâmica de uma região, útil para estudos de fenômenos dinâmicos e cobertura global da Terra, ou seja, as imagens de sensoriamento remoto permitem obter dados de uma ampla região simultaneamente. Diversos são os estudos que já foram realizados empregando o uso de sensoriamento remoto, como em Silva *et al.*, (2006); Oliveira *et al.*, (2010); Vaeza *et al.*, (2010).

A Região de Porto Rico está situada no trecho fluvial compreendido entre a foz do rio Parapanema

e a foz do rio Ivinhema, na parte média do alto Paraná. Está imediatamente à jusante da barragem de Porto Primavera e cerca de duzentos quilômetros a montante do remanso do reservatório de Itaipu. As principais localidades na área são as cidades de Porto Rico e a vila de Porto São José, município de São Pedro do Paraná, ambas no Estado do Paraná, na margem esquerda do rio; no lado sul-matogrossense, as áreas urbanas distam mais de quinze quilômetros da área ribeirinha (Agostinho *et al.*, 1997).

O arquipélago Mutum-Porto Rico (figura 1) é atualmente constituído pelas Ilhas Mutum, Porto Rico, Melosa e Pithi, que se situam no alto Rio Paraná entre os municípios de Porto Rico – PR e Taquaruçu – MS, localizando-se entre as seguintes coordenadas geográficas: 22°44'27'' e 22°48'18''S e 53°21'21'' e 53°13'26''W.

O alto do Rio Paraná é uma ampla planície alagável que pode chegar a vinte quilômetros de largura, estendendo-se por cerca de quatrocentos e oitenta quilômetros, acompanhando a sua margem direita. Este trecho representa o único remanescente livre de barragens do rio Paraná em território brasileiro, excluindo-se cerca de trinta quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. Áreas alagadas constituem um dos ecossistemas mais relevantes do planeta; além da alta biodiversidade, apresentam processos específicos e peculiares, característicos, cujo conhecimento tem importância ecológica, evolutiva, econômica e social (Agostinho *et al.*, 1997).

Os sistemas de organização espacial e temporal são bastante específicos e sua exploração é bastante diversificada. De acordo com Souza-Filho (1993), o substrato geológico do alto curso do rio Paraná é constituído por basaltos da Formação Serra Geral e sedimentos arenosos que inclui depósitos de lençóis de areia (Formação Santo Anastácio), depósito de dunas de tamanho médio e interdunas úmidas na zona periférica do deserto arenoso (Formação Goioere) e depósitos de complexos de grandes dunas eólicas correspondendo à parte central do deserto arenoso (Formação Rio Paraná), recobertas por uma grande camada de origem colúvio-aluvionar conhecida como Formação Paranaíba (Popp & Bigarella, 1975). Estudos mais recentes desenvolvidos por Fernandes (1998) dividiu a bacia Bauru em dois grupos: o Grupo Caiuá e o Grupo Bauru. O Grupo Bauru inclui as formações: Uberaba, Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Marília e Taiúva. O Grupo Caiuá desenvolveu-se na parte sudoeste da bacia Bauru, com características desérticas. Este grupo é subdividido em três formações: Santo Anastácio, Goio-erê e Rio Paraná.

Na região investigada, margem esquerda do rio Paraná entre as cidades de Porto Rico e Porto São José, encontra-se a formação Rio Paraná (FERNANDES; CASTRO; BASILICI, 2007). Esta formação geológica constitui uma superfície plana, onde a cobertura vegetal é a principal forma de realce das formas de relevo, uma vez que as áreas altas

possuem vegetação arbórea, as médias são cobertas por arbustos, as baixas por campos, e os baixios por formas higrófilas. As partes mais rebaixadas constituem corpos de água, na forma de canais ativos e lagoas. As cheias do início da década de noventa propiciaram a formação de pelo menos duas formas atuais de leques

de rompimento de dique marginal. Ambas são de pequeno porte, com diâmetro inferior a trezentos metros, e estão situadas em áreas em que a planície encontra-se baixa em relação ao nível médio do rio, e o dique marginal antigo foi erodido (Souza-Filho & Stevaux, 2000).

Figura 1: Mapa de localização do arquipélago Mutum-Porto Rico. **Fonte:** CORREA, (1998).

As Ilhas Mutum e Porto Rico, localizadas no alto Rio Paraná, são constituídas por depósitos tabulares argilosos e por cordões arenosos, relíquias da planície de inundação e diques marginais da primeira fase conhecida em que o rio Paraná foi anastomosado (Souza-Filho, 1993). Sua superfície situa-se entre dois e cinco metros acima do nível médio do rio. Em análises de solo coletadas na ilha Mutum, constatou que os teores de matéria orgânica e CTC variaram de médio a alto. Em termos de fertilidade, tais solos apresentam grande heterogeneidade, variando entre distrófico e eutrófico. Além da vegetação nos seus diferentes portes estar sobre controle e influência do regime hidrológico do rio, ainda há a influência de condições edáficas químicas como meio abiótico de influência das espécies vegetais ali presentes, tendo este impacto sob a composição florística (Corradini 2006).

Nestes locais são encontrados paleocanais em diferentes estágios de colmatção, bem como canais reativados por cheias extraordinárias. A vegetação se distribui diferente nesses casos passando de vegetação típica de áreas alagadas (*Ludwigia spp*, *Hibiscus cispalatinus*, *Pfaffia glomerata*, *Panicum prionites*, *Polygonum spp*, *Cuphea SP*, *Pontedeira SP* e *Paspalum repens*), para áreas mais secas com o acréscimo de espécies como a *Mimosa pigra* e *Mimosa*

velloziana. Nas elevações alongadas, situadas 4 a 5 metros acima do nível médio do Rio, a tipologia vegetal é semelhante a do dique marginal com maior desenvolvimento do tipo arbóreo (*Inga uruguensis*, *Croton urucurana*, *Cecropia pachystachya*, *Nectandra falcifolia*, *Annona Coriacea*, *Triplaris americana*, *Rollinia emarginata*, *Tabernaemontana catharinesis*, *Zygia cauliflora*) (Corradini, 2006).

A região tem um clima tropical-subtropical, com temperaturas médias mensais superiores a 15° C e precipitações superiores a 1500 milímetros por ano. As chuvas de primavera são superiores às de verão e, no período de outono/inverno, os índices giram em torno de 400 milímetros (Kramer & Stevaux, 2001). No caso da bacia hidrográfica do alto rio Paraná, verifica-se que o limite setentrional para as chuvas frontais foi deslocado em pelo menos um grau de latitude para norte, a partir dos anos de 1980, e se verifica que houve um aumento do domínio das massas de baixa pressão e um aumento das chuvas convectivas na parte leste da bacia a partir dos anos de 1990 (Borsato & Souza-Filho, 2006).

O arquipélago Mutum-Porto Rico faz parte da Área de Proteção Ambiental das Ilhas e Várzeas do rio Paraná (APAIV), que abrange uma área de 1.007.615,00 ha, localizada a 22°20'00"S e 53°17'50"W, no município de Bataiporã, Estado do

Mato Grosso do Sul, e 24°03'00''S e 54°10'00''W, na cabeceira do reservatório de Itaipu, em Guaíra, Estado do Paraná. (Silva & Bellini, 2011).

A partir da década de 1970 intensificou-se a ocupação das ilhas devido à diminuição do mercado de trabalho no continente decorrente da mecanização do campo e pela criação de grandes porções de pastagens, fato este que fez com que um grande número de pessoas migrasse para as ilhas do Rio Paraná, inclusive para o arquipélago Mutum-Porto Rico.

O ilhéus, como população tradicional, praticava a cultura de subsistência, cultivavam milho, arroz, feijão, mandioca e banana, para próprio sustento, sem fins lucrativos. Outros desenvolveram a prática da pesca artesanal como meio de sobrevivência. A qualidade de vida das populações residente nas ilhas, contudo, foi prejudicada pela ocorrência de intensas enchentes devido à operação de usinas hidrelétricas, especialmente a de Itaipu e a de Porto Primavera, pela pecuária extensiva no interior das ilhas, praticada por fazendeiros da região e, sobretudo, pela criação de Unidades de Conservação (UC's) em seus territórios (Silva & Bellini, 2008).

A APAIV permite a permanência de populações humanas em seus limites e incentiva o uso de recursos naturais de modo a assegurar a qualidade de vida humana. No entanto, o arquipélago Mutum-Porto Rico, assim como grande parte das ilhas do rio Paraná coincide com Áreas de Preservação Permanente (APP's) – locais destinados à proteção integral, que não permitem a intervenção humana. Desta maneira, o ilhéus vem sofrendo, ao longo do tempo, pressões para abandonarem as ilhas. Neste sentido, é crescente o esvaziamento populacional do arquipélago Mutum-Porto Rico e demais ilhas do rio Paraná.

As moradias nas ilhas geralmente são precárias, com ausência de saneamento básico. As atividades relacionadas ao uso da terra ou do rio como a pesca, por exemplo, estão em declínio na região pela escassez de peixes comercializáveis. O ilhéus, em sua maioria, trabalham em casas de veraneio ou no continente para complementar a renda advinda da pesca.

Segundo Correa (1998), a ocupação das ilhas do Rio Paraná, deu-se por volta dos anos 50 e no caso específico das ilhas Porto Rico e Mutum, a antropização abrangeu 100 % de suas áreas, ao contrário dos grandes conjuntos localizados à jusante destas ilhas, que tiveram suas áreas parcialmente ocupadas. A partir da década de 70 houve uma intensificação no processo de ocupação do arquipélago Mutum-Porto Rico, pois as transformações na agricultura, e expansão da pecuária expulsaram os pequenos proprietários, parceiros, arrendatários e posseiros dos municípios próximos ao Rio Paraná. O mesmo autor realizou um mapeamento de 1952 até 1996 que evidencia a trajetória de ocupação nas ilhas do arquipélago.

Na carta Loanda (SF. 22-Y-A-V-DSG/IBGE), consta que entre anos os 1964-66, havia 31 casas na Ilha Mutum, 5 na Ilha Porto Rico e nenhuma habitação

nas Ilhas Pithi, Melosa e Ilha Machado (atualmente erodida). Em levantamentos efetuados pela SUCAM, atual FNS (Fundação Nacional da Saúde) em 1983, existiam no arquipélago, 96 casas onde residiam 258 habitantes, e em 1993, 72 casas e uma população de 79 habitantes (Correa, 1998).

A colonização das ilhas do rio Paraná esteve bastante atrelada à substituição do café plantado no noroeste do Paraná por pastagens, e consequentemente a eliminação de postos de trabalhos. No entanto, já nos anos 60, o arquipélago apresentava uma intensa ocupação, com o uso do solo também representado por cafezais, principalmente na ilha Mutum.

A ocupação [...] tornou-se mais efetiva na década de 60, quando constatou-se que quase metade da floresta original tinha sido desmatada (48,35%), para dar lugar as culturas, principalmente as do café. A evolução do uso do solo, ocorreu em concomitância com a regressão da floresta, principalmente até o ano de 1970 quando as áreas de culturas chegaram o ocupar quase 20% da área total das ilhas. (Correa, 1998).

Durante as cinco décadas analisadas por Correa (1998) há uma grande mudança no uso do solo no arquipélago. No mapeamento de 1952 há ainda a predominância da vegetação arbórea densa 936,6 ha (86,25% da área total), vegetação rasteira 89,6 ha (8,25%) e apenas 2,10 ha de solo exposto (0,4%). Já no mapeamento de uso do solo de 1996 verifica-se uma significativa mudança no quadro da vegetação arbórea densa que passa a representar 111,2 ha (10,19% da área total), dando lugar a culturas, vegetação arbustiva e 6,6 ha de solo exposto.

Correa conclui até o ano de 1996, data de seu último mapeamento, que o potencial de recuperação das áreas desflorestadas é pouco conhecido, sendo um tema de grande importância para ser estudado. Demais fatores como, a operação da Usina Hidrelétrica de Porto Primavera desde o ano de 1998, acrescem para a necessidade de estudos que apontem um quadro atual do arquipélago, uma vez que a dinâmica do Rio Paraná sofreu drásticas alterações, principalmente em relação aos processos de cheias, bem como variações diárias do nível da água, entre outros, que afetaram a qualidade de vida dos ilhéus, mudando o retrato do uso do solo nos anos seguintes.

O sensoriamento remoto, de acordo com Rocha (2007), pode ser definido como a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites permitem a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre (objetos ou fenômenos), sem que haja o contato físico com eles.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento consistem em importantes ferramentas para a realização dos estudos ambientais. Segundo Xavier da Silva e Zaidan (2004), o geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas que auxiliam a investigar sistematicamente as propriedades e

relações dos eventos e entidades representadas em uma base de dados georreferenciados, convertendo-os em informação destinada ao apoio na tomada de decisões. Os dados adquiridos através do sensoriamento remoto permitem obter informações de forma rápida e confiável sem manter um contato direto com o objeto (Rosa, 1990), sendo possível o levantamento e mapeamento de uso e ocupação da porção do espaço geográfico.

O mapeamento de uso e ocupação do solo em uma dada região, tornou-se aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço, espaço este cada vez maior alterado pelo homem e pelo desenvolvimento tecnológico. Deste modo, existe a atualização constante dos registros de uso e ocupação deste solo, para suas tendências possam ser analisadas, com o objetivo de fornecer subsídios às ações do planejamento regional, municipal e até setorial (Rosa, 1990, p. 420).

Com isso, o mapeamento tem por objetivo associar e analisar as informações obtidas pelo tratamento das imagens de satélites, com as informações de parâmetros ambientais de superfície, que contribuirão para um diagnóstico atual da região, os quais podem auxiliar na formulação de propostas para o planejamento e gestão ambiental no arquipélago Mutum-Porto Rico. O estudo ainda visa contribuir no levantamento dos impactos socioambientais da população ribeirinha e da região de Porto Rico, auxiliando na caracterização ambiental do arquipélago investigado e integrar um diagnóstico dos processos evolutivos e possíveis impactos no âmbito das relações de interdependência entre o meio físico e social, no contexto do alto Rio Paraná.

Material e Métodos

Dentre os softwares empregados buscou-se incentivar estudos com o auxílio de programas nacionais, como o SPRING (Sistema de Processamento

de Informações Georeferenciadas) eficiente para tratamento e obtenção dos dados do uso do solo. Desta forma foi realizado o mapeamento do uso do solo no arquipélago Mutum – Porto Rico nos anos de 2000, 2005 e 2010, através de interpretação e análise de imagens de satélite Landsat 5 TM e, adicionalmente, através de descrições de campo. Para a extração de dados por meio do sensoriamento remoto digital utilizou-se a classificação multiespectral automática supervisionada.

Com base no recorte da área foi elaborada uma chave de fotointerpretação (tabela 1) das composições coloridas com intuito de orientar a análise. A fotointerpretação é o processo que utiliza o raciocínio lógico, dedutivo e indutivo para compreender e explicar objetos e feições presentes na imagem de satélite (Rosa, 2007, p. 160). Esta chave incluiu a definição das características de tonalidade, textura e geometria das unidades de mapeamento presentes na área da pesquisa, para a composição colorida da imagem de satélite Landsat 5 TM nos três períodos de análise (2000, 2005 e 2010).

Realizou-se um trabalho de campo no arquipélago Mutum-Porto Rico no mês de julho de 2010 para reconhecimento da área e para auxiliar na definição das unidades de mapeamento. Elencou-se 2 pontos amostrais “in loco” (figura 5) para cada unidade de mapeamento, os quais foram utilizados posteriormente na comparação com o resultados obtidos no mapa de uso do solo do ano de 2010. A tabela 1 ilustra o modelo de chave de interpretação que foi utilizada nesta etapa do trabalho para mapear o uso do solo e a cobertura vegetal. Utilizou-se ainda o *GoogleEarth* para efeito de fotointerpretação, tendo em vista que a resolução espacial de suas imagens é melhor que a do Landsat 5 TM, além de possuir a ferramenta de “mostra de imagens históricas”, onde pode-se visualizar cenas da mesma área em diferentes períodos.

Tabela 1: Unidades de mapeamento

Unidade de Mapeamento	Padrões Característicos de Interpretação no Terreno	Padrões Característicos de Interpretação na Imagem	Exemplo numa Composição Colorida 3B4G5R
Vegetação Arbórea	Vegetação exuberante dominada por árvores, dossel fechado, com alguns indivíduos emergentes e de copas frondosas.	Padrão de cor: verde / Textura: rugosa / Forma: irregular
Vegetação Rasteira	Vegetação rasteira ou herbácea com presença abundante de árvores de pequeno porte, arbustos e arvoretas geralmente espaçadas.	Padrão de cor: verde claro / Textura: levemente rugosa / Forma: levemente irregular
Solo Exposto	Área desprovida de revestimento vegetal.	Padrão de cor: rosa claro / Textura: lisa/ Forma: regular ou irregular

Ressacos e Lagoas	Área constituída por águas, apresentando vegetação aquática ou não.	Padrão de cor: azul / Textura: lisa / Forma: irregular
--------------------------	---	--	---

As imagens Landsat 5 TM são disponibilizadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) – (www.inpe.br). Foi escolhido esse satélite, pois o mesmo possuía cenas do mês de agosto (tabela 2),

estabelecido como parâmetro por não representar períodos de cheias nos anos a serem mapeados (2000, 2005, 2010).

Tabela 2: Cenas do Satélite Landsat 5 TM utilizadas

Órbita	Ponto	Data de Passagem
223	76	24/08/2000
223	76	22/08/2005
223	76	20/08/2010

Para elaboração dos mapas foram utilizados softwares SIG (Sistemas de Informações Geográficas) *SPRING* e *ArcGis*. O *SPRING* (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) é um SIG com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (Camara et al., 1996). O *ArcGis* é um SIG para visualização, gestão, criação e análise de dados geográficos, onde pode-se interpretar o contexto geográfico de dados, permitindo-se ver os relacionamentos e identificar padrões de novas maneiras.

No *SPRING* foram realizadas as técnicas para a classificação do uso do solo com as imagens orbitais, e no *ArcGis* os layouts dos mapas para a interpretação e análise da região estudada, através dos seguintes passos:

1 – Após a seleção e download das bandas das imagens Landsat 5 TM no site do INPE

(www.inpe.br) criou-se um banco de dados no *Spring 5.0.6* para o tratamento das bandas espectrais;

2 – Foi realizado o contraste das bandas 3, 4 e 5 ajustando os gráficos dos histogramas;

9 – No treinamento adquiriram-se as amostras de regiões para cada classe referida e, em seguida, realizou-se a classificação automática por regiões com o classificador *Bhattacharya*¹;

10 – Criou-se um modelo de dados temático denominado “usodosolo”, com as mesmas classes de uso do solo definidas anteriormente, permitindo-se que

3 – Realizou-se a composição colorida 5-4-3 (RGB) para as imagens dos anos 2000, 2005 e 2010;

4 – Através dos mapas de divisões municipais e de hidrografia do Estado do Paraná, disponível no ITCG (Instituto de Terras, Cartografia e Geociências), realizou-se o registro da imagem no software *ArcGis*;

5 – Com as imagens já registradas foram criadas as máscaras (polígonos) do arquipélago Mutum-Porto Rico, em formato *shapefile (.shp)*, e em seguida foi realizado o recorte das áreas de interesse através da extensão *extract by mask*, no *ArcGis*;

6 – As imagens foram importadas no *Spring 5.0.6*, criando-se um PI (Plano de Informação) para a imagem de satélite de cada respectivo ano;

7 – Em seguida, foi realizada a segmentação das bandas por região. Utilizou-se o valor 20 e área (em pixel) com valor 40 como parâmetros de similaridade;

8 – Foram criadas as seguintes classes de uso do solo: vegetação arbórea, vegetação rasteira, solo exposto, ressacos/lagoas - conforme a chave de fotointerpretação (Tabela 1); e “fundo” para áreas que não seriam amostradas;

assim fosse gerado um mapeamento de classes para a imagem temática e, assim, obtiveram-se as medidas das classes;

11 – Foram criados gráficos e tabelas com o auxílio do software Excel (Microsoft Office), a partir dos dados obtidos;

12 – O PI temático da classificação foi exportado no formato GeoTiff;

13 – Por fim, a imagem GeoTiff da classificação foi importada para o *ArcGis* onde se gerou o layout do mapas de uso do solo (figuras 2, 3 e 4).

¹ Classificador supervisionado por regiões. O algoritmo utiliza a distância de *Bhattacharya* para medir a separabilidade estatística entre cada par de classes espectral, que é calculada através da distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais (LEÃO, et al. 2007).

Resultados e Discussões

A utilização das imagens do satélite Landsat 5 TM, aliadas às técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto utilizadas, mostraram-se eficientes para alcançar os objetivos propostos pela pesquisa, permitindo acompanhar a dinâmica das

modificações do uso do solo ao longo do período analisado no arquipélago Mutum – Porto Rico.

A partir dos mapas de uso do solo pode-se identificar e quantificar as áreas ocupadas por cada categoria de uso (tabela 3).

Tabela 3: Uso do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico 2000, 2005 e 2010.

TIPO	2000		2005		2010	
	ha	%	ha	%	ha	%
Vegetação Arbórea	598,42	53	694,51	65	815,33	78
Vegetação Rasteira	452,26	40	347,39	32	190,8	17,5
Solo Exposto	38,87	3	7,88	1	2,17	0,5
Ressacos e Lagoas	42,62	4	24,74	2	35,56	4
ÁREA TOTAL	1132,17	-	1074,52	-	1043,86	-

O arquipélago Mutum-Porto Rico no período analisado (2000-2010), diminuiu a quantidade de solo exposto, que neste período já era pouco expressivo se comparado a décadas anteriores, e aumentou a categoria de vegetação arbórea (de 53% no ano de 2000 para 78% no ano de 2010) em detrimento da vegetação rasteira (de 40% no ano de 2000 para 17,5% no ano de 2010), ou seja, vem ocorrendo no arquipélago um processo de revegetação natural.

A ocupação destas ilhas iniciada na década de 1950 se intensificou nas décadas seguintes à medida que, ao longo dos anos, a modernização da agricultura ocasionou um aumento da produção; entretanto, o uso inadequado de recursos naturais levou a um processo de degradação ambiental, contribuindo para o empobrecimento do setor rural. Como resultado dessa situação, boa parte dos produtores da região noroeste do estado do Paraná procuraram controlar os processos erosivos frequentes na região, por meio dos sistemas silvopastoris (SSPs). Na região noroeste do Paraná, a principal fonte de alimentação para o rebanho bovino é a pastagem. Ela foi historicamente empregada como exploração econômica de baixo investimento, em áreas desmatadas ou outrora exploradas, principalmente com a cultura do café (Oliveira, 2004).

Alguns municípios do noroeste da região de Paranavaí, no Estado do Paraná, que possuíam em 1960 em torno de 10% de suas áreas cobertas por pastos, passaram a ter, em 1970, mais do que a metade (50%) de sua área composta por pastagens, chegando a ter, em 1980, uma ocupação em mais de 70% das suas superfícies (Pelline, 1996). Os censos da década de 1970 realizados nos municípios próximos ao rio

Paraná, demonstraram um esvaziamento populacional, principalmente, pela queda das atividades agrícolas na região. Com isso, as populações mais pobres, impossibilitadas de migrar para territórios distantes, optaram por buscar refúgio em ilhas do rio Paraná (Rosa, 1997).

Esses eventos contribuíram para que no decorrer da década de 1970, o Arquipélago Mutum-Porto Rico apresentasse um cenário de intensa ocupação. No entanto, como se pode observar nos mapas de uso do solo de 2000, 2005 e 2010 (figuras 2, 3 e 4), verifica-se um processo de ocupação cada vez menor, visto que a operacionalização das Usinas Hidrelétricas de Itaipu e de Porto Primavera interferiram muito na qualidade de vida dos ilhéus. Esse fato, somado aos processos de cheias do Rio Paraná, devido à alteração da dinâmica natural do Rio, juntamente com intensificação das leis ambientais (APPs – Áreas de Preservação Permanente, entre outras), fizeram com que a população migrasse das ilhas.

Todos esses fatos contribuíram para o quadro atual do arquipélago Mutum-Porto Rico, que não apresenta mais um contingente populacional, nem produção agrícola, demonstrando uma expressiva diminuição do solo exposto quando comparado às décadas de 1950 a 1970, onde tem ocorrido uma recuperação da vegetação natural. Mesmo o Arquipélago Mutum-Porto Rico sendo um caso peculiar, principalmente em relação ao processo de antropização que o mesmo atingiu, ele é exemplo do que também ocorreu em demais ilhas do Alto rio Paraná (Souza-Filho & Stevaux, 2000).

Figura 2: Mapa do uso do solo do ano de 2000. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Figura 3: Mapa do uso do solo do ano de 2005. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Figura 4: Mapa do uso do solo do ano de 2010. **Fonte:** CASTRO, 2010.

A variação de área do arquipélago demonstra que o período estudado passou por eventos de erosão e deposição (tabela 4). Os dados obtidos evidenciam que houve uma diminuição da área do arquipélago de 1132,17 ha para 1043,86 ha, ou seja, uma perda erosional de 88,31 ha em um período de 10

anos, representando 7,8% da área total do arquipélago no ano de 2000. Levando em consideração uma margem de erro, devido às interferências do espelho d'água que, imageado em diferentes anos, pode apresentar desníveis.

Tabela 4: Variação da área do arquipélago Mutum-Porto Rico

Ano	ha
2000	1132,17
2005	1074,52
2010	1043,86
VARIAÇÃO DA ÁREA	88,31

A erosão fluvial é a erosão causada pelos rios, principalmente na época de cheias, podendo em alguns casos, destruir as margens por solapamento ou escorregamento (Fernandez, 1990). Segundo Souza-Filho *et al.* (1996), que realizaram estudos em ilhas a jusante do Arquipélago Mutum-Porto Rico, ressaltam que posição do talvegue, que é modificada com as cheias, foi considerado o agente determinante dos eventos deposicionais e erosivos.

O rio Paraná destaca-se por apresentar maiores valores médios de intensidade de erosão, e de velocidade de fluxo. Há uma forte relação entre a intensidade dos processos erosivos e a velocidade de fluxo, enquanto que demais variáveis, como a composição do solo, aparentemente tornam-se menos expressivas. No caso do rio Paraná, as maiores

velocidades de fluxo ocorrem durante e após o período de cheia, o que explica as taxas de erosão mais elevadas. (Souza-Filho & Stevaux, 2000).

Considerações

A metodologia empregada na pesquisa comprovou ser uma ferramenta eficiente para a análise da evolução do uso do solo e cobertura vegetal do arquipélago Mutum-Porto Rico. Embora os classificadores automáticos possam apresentar problemas comumente observados nas classificações automáticas de um modo geral, que é a possibilidade de algumas áreas classificadas não corresponder ao real uso no campo, as observações “in loco” (figura 5) apontaram concordância com a classificação do período de 2010 (figuras 6, 7, 8 e 9).

Figura 5: Mapa do uso do solo do ano de 2010. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Figura 6: Vegetação arbórea. Ilha Mutum. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Figura 7: Vegetação rasteira. Ilha Mutum. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Figura 8: Solo exposto. Ilha Porto Rico. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Figura 9: Ressaco. Ilha Mutum. **Fonte:** CASTRO, 2010.

Apesar da margem de erro que a metodologia pode apresentar para os períodos de 2000 e 2005, uma vez que não foi possível verificações de campo para os respectivos anos, o resultado obtido expressa com veracidade no período analisado, a realidade do arquipélago Mutum-Porto Rico, onde se verifica uma recuperação natural da vegetação devido a não ocupação pelo homem e o abandono de práticas agrícolas. Foi possível também detectar alterações na área do arquipélago, fato esse que se justifica pela dinâmica dos ambientes fluviais onde os processos de erosão e deposição se apresentam de forma acelerada. No entanto, parte dessa variação de área pode ainda estar associada aos diferentes níveis de água do rio Paraná, que interfere diretamente na proporção dos espelhos d'água refletidos nas cenas das imagens de satélite. Com isso, pesquisas em ambientes fluviais que empreguem metodologia semelhante devem levar em consideração este aspecto.

Agradecimentos

Ao CNPQ/CAPES e Fundação Araucária pelo apoio financeiro as pesquisas e projetos no alto Rio Paraná (9527/06; 13015/08 e 14354/09).

Referências

- Agostinho, A.G; Hahn, N.S; Vazzoler, A. E. A de M. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997. 460 p.
- Borsato, Victor de Assunção ; Souza Filho, E. E. . A dinâmica climática em Porto Rico-PR. In: VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2006, Rondonópolis. Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2006. p. 01-11.
- Camara, G; Souza R. C. M; Freitas, U. M; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- Castro, Paulo Henrique Marques de. Mapeamento do uso do solo no Arquipélago Mutum-Porto Rico, Alto Rio Paraná (2000-2010). 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia). Universidade Estadual de Londrina. Londrina - PR. 2010. 47p. Disponível em: http://www.geo.uel.br/tcc/113_mapemantodousodoalonoarquipelagomutumportoricoaltorioparana2002010.pdf
- Centeno, J. S. Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais. Curitiba: Ed. UFPR, 2003.210p.
- Corradini, F.A. Processos de conectividade e a vegetação ripária do Alto Rio Paraná-MS. Maringá, 2006. 74 p. Dissertação (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Maringá
- Correa, Geraldo Terceiro. O uso do solo no arquipélago Mutum-Porto Rico – alto rio Paraná, (PR/MS). Maringá: UEM, 1998. 27p.
- Feltran-Filho AF, LIMA SC, ROSA R. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia – MG, através de imagens TM/LANDSAT. Sociedade & Natureza 1989; 1(2):127-145.
- Fernandes, Luis A. Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da bacia Bauru (Ks, Brasil). Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- Fernandes, Luis A., Castro, Alice B., Basilici, Giorgio. Seismites in continental sand sea deposits of the Late Cretaceous Caiuá Desert, Bauru Basin, Brazil. Sedimentary Geology, v. 199, p. 51-64, 2007.
- Fernandez, O. V. Q. 1990. Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens; Região de Porto Rico-PR. Dissertação de Mestrado, UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Naturais. Rio Claro, p.85.
- Kramer, V. M. S; Stevaux. J. C. Mudanças climáticas na região de Taquaruçu (MS) durante o Holoceno. Boletim Paranaense de Geociências, n. 49, p. 79-91, 2001. Editora da UFPR.
- Leão, C., Krug, L. A., Kampel, M., Fonseca, L. M. G. Avaliação de métodos de classificação em imagens TM/Landsat e CCD/CBERS para o mapeamento do uso e cobertura da terra na região costeira do extremo sul da Bahia. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis: 2007. INPE, p. 939-946.
- Oliveira, E. Desempenho animal e da pastagem de coastcross (*cynodon dactylon* pers cv. coastcross-1) consorciada com *Arachis* (*arachis pintoi* cv. krapovickas e gregory) e microbiota do solo em áreas recuperadas. 2004. 96f. Tese (Doutorado). UEM, Maringá, 2004.
- Oliveira, O. M de. Determinação do Uso e Ocupação do Solo no Entorno de uma Hidroelétrica no Município de Guaçuí, ES. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, N.11; 2010.
- Pellini, T.A. Bovinocultura no estado do Paraná: evolução recente e importância. In: Monteiro, A.L.G. et al. (Eds.). Forragicultura no Paraná. Londrina: CPAF, 1996. p.1-14.
- Popp, J.H. & Bigarella, J.J. 1975. Formações cenozóicas do Noroeste do Paraná. Academia Brasileira de Ciências, 47, Rio de Janeiro, *Anais*, (Suplemento): 465-472.
- Rocha, C. H. B. Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora: Edição do Autor, 2007. 220 p.
- Rosa, M.C. Processo de ocupação e situação atual. In: Vazzoler, A.E.A. et al. (Ed.). A planície de inundação

- do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: Eduem, 1997. p. 371-394.
- Rosa, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto, 6ª. Ed. Uberlândia: EDUFU, 2007.
- _____. A utilização de imagens TM/Landsat em levantamento de uso de solo. In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE: São José do Rio Preto, 1990. p. 419 – 425.
- Silva, R. L.; Altimare, A. L.; Lima, E. A. C de F. Sensoriamento Remoto na identificação do Uso e Ocupação da Terra na Área do Projeto “Conquista Da Água”, Ilha Solteira - Sp, Brasil. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.26, n.1, p.328-334, jan./abr. 2006.
- Silva, C.; Bellini, L. Remanescentes populacionais nas ilhas do rio Paraná: aspectos sociais e econômicos - DOI: 10.4025/actascibiolsoci.v30i2.3639. Acta Scientiarum. Biological Sciences, Brasil, 30 mai. 2008. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/3639/2540>>. Acesso em: 11 nov. 2010.
- _____. Áreas de proteção ambiental das ilhas e várzeas do rio Paraná: Uma abordagem socioambiental. Ed. Eduem, 1ª Edição, 2011, 132p.
- Souza-Filho, E. E.; Stevaux, J. C. O Componente Físico da Planície Alagável do Alto Rio Paraná. In: Universidade Estadual de Maringá: Nupélia. A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná – Relatório anual, 2000, site 6 – PELD/CNPq, Maringá, 2000, disponível em < www.nupelia.uem.br> Acesso em Ago. 2010.
- Souza-Filho, E. E.; Fernandez, O. V. Q.; Rocha, P. C. Erosão marginal no complexo do rio Paraná em Porto Rico (PR). In: 3º Congresso de Ecologia do Brasil, Brasília, DF, 1996. Resumos p.428.
- Souza-Filho, E.E. Aspecto da geologia e estratigrafia dos depósitos do rio Paraná entre Porto Primavera (MS) e Guíra (PR). São Paulo: USP. 223p. Tese (Doutorado)- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 1993.
- Souza-Filho, E.E.; Stevaux, J.C. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinhema. In: Vazzoler, A.E.A de.M.; Agostinho, A.A.; Hahn, N.S. (EDS.). A Planície de inundação do alto rio Paraná. Maringá: Eduem: Nupélia. p.3-46. 1997.
- Vaeza, F. R; Filho, P. C. de O; Maia, A. G; Disparati, A. A. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. Floresta e Ambiente 2010; 17(1):23-29.
- Xavier da Silva, J. e Zaidan, R. T. Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 396 p.