

Diagnósticos do uso e ocupação do solo no entorno da lagoa de Jequiá/AL

Michelle Adelino Cerqueira ¹
Rosilene Mendonça Nicácio ²
Norma Bruna Gomes Lima da Silva ²

¹ Universidade Federal de Pernambuco- UFPE
Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária - 50740-530 - Recife -PE, Brasil
michelle.cerqueira@ufpe.br

² Universidade Federal de Alagoas –UFAL/IGDEMA
Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins - 57072-970 - Maceió - AL, Brasil
rmonicacio@gmail.com; bruna0505@gmail.com

Abstract. The organization of the space can be very well understood through the use and land cover, for a given region, a time that, the environment this in constant transformation due the human activities. At that, this work makes an analyzes weather of the use and land cover for the town of Jequiá da Praia – Alagoas, using Landsat 5 images acquired in days 11/06/1990 e 26/08/2006. The method used in this study was made by means of the supervised classification, using the algorithm of maximum probability. The maps of use and land cover had been constituted of eighth classroom, are they: Native vegetation, that in this case is defined by Atlantic Forest; Agriculture, that occupies most part of the studied area and for the construction of this classroom considered a subdivision of the same one in the subclasses: low agriculture, agriculture number one and agriculture number two, this procedure was adopted, a time that, had some periods of development of the existing culture in the evaluated area; Ground displayed; Water mass, in its majority consisting by lakes and Atlantic ocean; Clouds and shadow clouds. This last classroom was inserted because the difficulty of attainment of free clouds images in littoral regions. Of the results achieved, stands up a low alteration in the extension of the destined area for the agricultural processes, that represented, on average 65,7% of the studied area, what makes basic investment that aims the monitoring and the environmental preservation of this lakes complex.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, geology, sensoriamento remoto, processamento de imagens, geologia.

1. Introdução

As questões voltadas ao entendimento do uso e cobertura do solo têm despertado forte interesse dentro e fora do meio científico. Isso tem ocorrido motivado pelo acelerado processo de mudança dos aspectos da superfície, que, por sua vez, associam-se aos diversos impactos ambientais e socioeconômicos oriundos, especialmente, dos processos antrópicos. Dessa maneira, tem se tornado cada vez mais necessária a obtenção de diagnósticos do uso e cobertura do solo, bem como de seu monitoramento, quer seja em escala local ou regional. Alguns problemas específicos, tais como o mau uso do solo e a escassez de estudos acerca da distribuição da vegetação, que possibilitem um planejamento adequado, contribuem com o processo de degradação do meio ambiente. Neste sentido, a caracterização do uso e cobertura do solo se constitui em ferramenta indispensável para diversos processos de tomada de decisão. A exemplo disso podem-se destacar as gestões ambientais, que estão fortemente relacionadas as modificações antrópicas, e as gestões hídricas, que são fundamentalmente, associadas aos processos de modificações da superfície. O aumento populacional e o desenvolvimento socioeconômico podem propiciar alterações no uso e cobertura do solo, o que é fortemente motivada pela crescente demanda social pelos recursos naturais e práticas agrícolas.

Nesse contexto, as técnicas de sensoriamento remoto são importantes alternativas para o conhecimento da superfície, considerando sua variação espacial. O mapeamento do uso e

cobertura do solo por meio de imagens de sensoriamento remoto tem a vantagem de ser periodicamente atualizado, atendendo as necessidades dos estudos (ANDERSON e SHIMABUKURO, 2005). Destaca-se ainda, que a obtenção dessas informações é imprescindível em atividades tais como: monitoramento dos recursos hídricos, previsão e gerenciamento agrícola, gestão urbana, tomadas de decisões no setor elétrico, dentre outras. Associado a este aspecto, a região no entorno da lagoa de Jequiá, foco de avaliação nesta pesquisa, constitui um importante complexo de lagoas, e que, a despeito de sua importância, vem sendo pouco estudado nos últimos anos. Além disso, sabe-se que essa região é marcada pela presença de cultivos agrícolas. Este aspecto torna ainda mais prioritário um monitoramento contínuo e eficaz das implicações dessas atividades na região do entorno da lagoa de Jequiá, com a finalidade de garantir a sustentabilidade ambiental nesta área. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a evolução do uso e cobertura do solo na região do entorno da lagoa de Jequiá entre os anos de 1990 e 2006, com a utilização de imagens do Landsat 5.

2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo desta pesquisa constitui-se na região no entorno da lagoa de Jequiá, delimitada pelas coordenadas: 10°00'14''S e 36°01'26''W. Segundo Palmeira (2007), esta área pertence a mesorregião geográfica do leste alagoano e a microrregião de São Miguel dos Campos. Localiza-se a aproximadamente 68km de Maceió, pela AL-101 Sul, e faz parte do sistema lagunar do sul do Estado, sendo esse constituído por: lagoa de Jequiá, lagoa Azeda, lagoa Jacarecica, lagoa do Taboado, lagoa do Fresco, lagoa da Lavagem e lagoa Escura.

A lagoa de Jequiá tem 18km de extensão e 1km de largura, sendo a terceira maior em extensão e a primeira em volume de água do Estado. É uma das mais profundas do Brasil (Setures, 2004, 2005). O afluente dessa lagoa é o rio Jequiá, que nasce na serra do Longá, com um curso de 80km. A lagoa se encontra com o mar a partir de um canal, por extensa restinga (DER-AL, 1990). Estes formam o complexo rio-lagoa-canal de Jequiá, um ecossistema de fomento à pesca, devido à existência de manguezais e ao fluxo e refluxo das águas do mar que penetram pelo canal até a lagoa (IBAMA, 2001). As principais atividades econômicas nessa região são a pesca, a agroindústria da cana-de-açúcar e do álcool; a cultura do coco e o turismo (PREFEITURA MUNICIPAL DE JEQUIÁ DA PRAIA; SEBRAE; DLIS, 2002).



Figura 1. Localização da área de estudo.

2.2. Dados Utilizados

Para elaboração desta pesquisa foram utilizadas as imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM) do Landsat 5, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. As imagens consideradas referem-se ao órbita/ponto 214/66, de 11/06/1990 e 26/08/2006. Além dessas imagens, também foi utilizado o *GeoCover* 2000, disponibilizado em <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>. As imagens do *GeoCover* 2000 são constituídas por mosaicos ortorretificados, gerados a partir das imagens do sensor ETM+ do Landsat 7, considerando as bandas 7, 4, 2 e 8, com resolução espacial de 14,5m.

2.3. Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa, as imagens TM dos dias 11/06/1990 e 26/08/2006 foram georreferenciadas utilizando o mosaico do LANDSAT 7, *GeoCover*2000. Esse processo foi realizado com a identificação de pontos facilmente discerníveis na imagem de referência (*GeoCover* 2000), tais como, cruzamentos de rodovias, pontes e interseção de rios. A reamostragem dos pixels na imagem foi realizada pelo método do vizinho mais próximo. Nesta pesquisa o erro médio quadrático total foi 0,970 e 0,867, para as 11/06/1990 e 26/08/2006, respectivamente.

A obtenção do mapa de uso e cobertura do solo foi realizada através da classificação supervisionada, utilizando o algoritmo de máxima verossimilhança. Para isso foram selecionadas amostras para as classes temáticas: solo exposto, vegetação nativa, sombra, agricultura, água e nuvem. A verificação da qualidade das amostras selecionadas, utilizadas para o treinamento do algoritmo de geração do mapa de uso e cobertura do solo, foi feita através do índice de separabilidade espectral Jeffries-Matusita (Richards, 1986), que permite a verificação do grau de confusão entre as classes estabelecidas. Este índice avalia a separabilidade por pares de classes e, quanto mais próximo de 2 (dois) melhor estabelecidas estão as áreas de treinamento. Nessa pesquisa, os valores do índice Jeffries-Matusita estiveram sempre próximos de dois, variando de 2,00 (máximo) para o solo exposto e vegetação nativa a 1,95 (mínimo) para o par sombra e vegetação nativa. O indicador utilizado para avaliar a precisão do processo de classificação foi o coeficiente Kappa, que é uma medida da concordância entre as amostras da cena e aquelas derivadas através da classificação da imagem de sensoriamento remoto (Cohen,1960). Essa medida leva em conta todos os elementos da matriz de erros e exclui a concordância que ocorre por acaso (Rosenfield e Fitzpatrick-Lins, 1986). Nesta pesquisa, os valores de Kappa foram 0,9980 e 0,9982, para

11/06/1990 e 26/08/2006, respectivamente. Segundo Landis e Koch (1977), coeficientes Kappa entre 0,8 e 1,0 são considerados excelentes. Verificamos que o índice de precisão geral foi de 99,86% para as duas imagens utilizadas.

3. Resultados e Discussões

A Figura 2 mostra os mapas de uso e ocupação do solo na região no entorno da lagoa de Jequiá, para os dias 11/06/1990 e 26/08/2006, respectivamente.

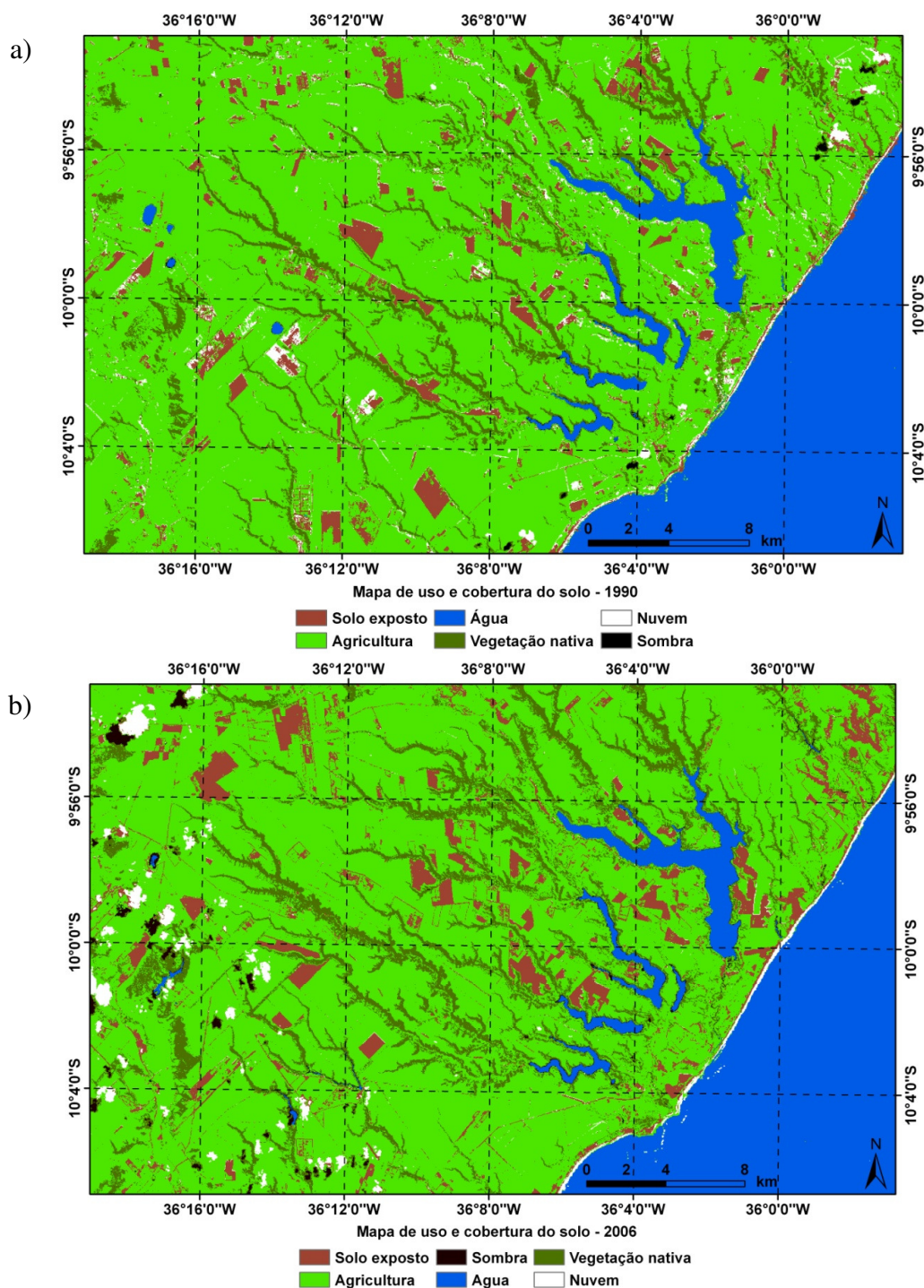


Figura 2. Mapa de uso e cobertura do solo no entorno da lagoa de Jequiá em (a) 1990 e (b) 2006.

Os mapas de uso e cobertura do solo foram constituídos de oito classes, são elas: vegetação nativa; que neste caso é definida por Mata Atlântica. Agricultura, que ocupa a maior parte da área estudada e para a construção desta classe, considerou-se a subdivisão da mesma nas subclasses: agricultura baixa; agricultura nº 1 e agricultura nº 2, esse procedimento foi adotado, uma vez que, havia vários estágios de desenvolvimento do cultivo existente na área avaliada. Solo exposto, definido como a região desprovida de vegetação. Massa de água; na sua maioria constituída pelas lagoas e oceano Atlântico. Nuvens e sombra de nuvens. Essa última classe foi inserida dada a dificuldade de obtenção de imagens livres de nuvens em regiões litorâneas, por esta razão, utilizaram-se imagens com o menor percentual possível de nebulosidade da área considerada.

Pode-se observar que, predominantemente, é a agricultura (representada em verde claro) que ocupa a maior parte da área estudada. No processo de classificação tornou-se necessária a tomada da área de treinamento de solo exposto, no entanto, é importante mencionar que a região de solo exposto foi, predominantemente, observada em áreas de agricultura. As Tabelas 1 e 2 mostram as matrizes de erros para dos dois dias avaliados. Para o dia 26/08/2006 os valores do erro de omissão, em geral, foram mais baixos que os observados em 11/06/1990. Considerando-se as subclasses de agricultura, verifica-se que os erros de omissão foram baixos, sendo o valor mais elevado ($\approx 1,7\%$, em 1990) observado para a agricultura baixa, estágio inicial de desenvolvimento, que apresentou uma confusão com solo exposto. Este aspecto é bastante razoável, já que, nesta fase há uma maior interação da radiação eletromagnética com o solo. A classe de nuvem e sombra apresentaram erros de omissão iguais a zero, o que indica que não houve confusão espectral com as demais amostras de treinamento. A classe de água apresentou um erro de omissão que se manteve entre os dois dias, com valor $< 0,1\%$. Já na classe de solo exposto o erro de omissão mais elevado foi $0,10\%$, observado em 2006. A classe de sombra apresentou um erro de omissão igual a zero, porém seu erro de inclusão para o dia 11/06/1990 e para o dia 26/08/2006, foi de, aproximadamente, $2,4\%$, o que indica que pixels que deveriam pertencer a outras classes (vegetação nativa e água) foram erroneamente classificados como sombra. A vegetação nativa teve um aumento no erro de omissão de $0,34\%$ (11/06/1990) a $1,34\%$ (26/08/2006). Maior parte desse erro foi ocasionada pela inclusão de áreas de agricultura nº2 (vegetação com maior verdor) na classe de vegetação nativa.

A Figura 3 apresenta a ocupação das diferentes classes temáticas consideradas nas duas datas avaliadas, a saber: 11/06/1990 e 26/08/2006 respectivamente. Nota-se que a região com agricultura ocupa cerca de 67% e 63% da área estudada, para os dias 11/06/1990 e 26/08/2006, respectivamente. Já a classe de água, como esperado, apresentou valores percentuais aproximadamente constantes, com média de $17,25\%$. Verificou-se uma variação no percentual da área ocupada por vegetação nativa de aproximadamente $2,8\%$, que está associada a ligeira confusão espectral com alguns pixels de agricultura mais densa. Já a região de solo exposto passou de $\approx 8,0\%$ a $10,5\%$, mas, esta alteração é bastante razoável, uma vez que maior parte desta classe foi observada em áreas de agricultura. Ou seja, a variação se dá em função das fases fenológicas da cultura, possibilitando a alternância entre solo exposto e recoberto.

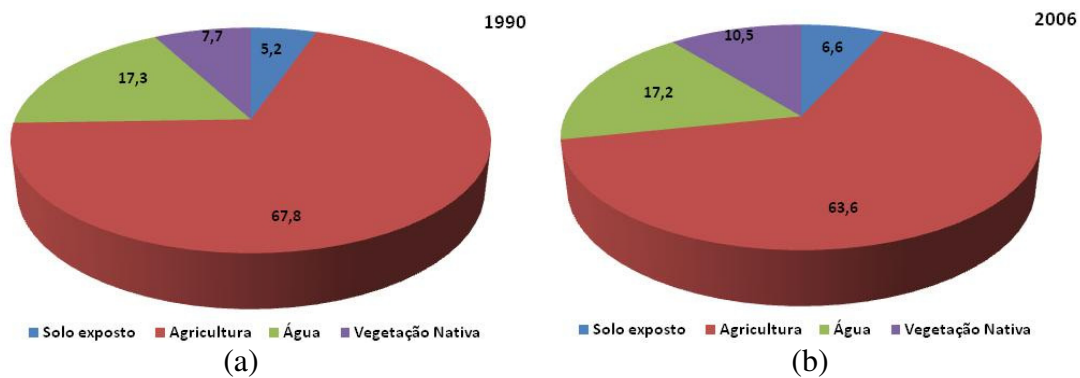


Figura 3. Distribuição percentual do uso e cobertura do solo no entorno da lagoa de Jequiá em (a) 11/06/1990 e (b) 26/08/2006.

Tabela 1. Matriz de erros obtida através da classificação supervisionada para o dia 11/06/1990.

11/6/1990	Nuvem	Sombra	Água	Solo exposto	Agricultura nº1	Agricultura nº2	Agricultura baixa	Vegetação nativa	Total classificado como ...	% erro inclusão
Nuvem	54	0	0	0	0	0	0	0	54	0
Sombra	0	74	0	0	0	0	0	2	76	2,63
Água	0	0	2948	0	0	0	0	0	2948	0
Solo exposto	0	0	0	1037	0	0	5	0	1042	0,48
Agricultura nº1	0	0	0	0	907	0	0	0	907	0
Agricultura nº2	0	0	0	1	0	821	0	0	822	0,12
Agricultura baixa	0	0	2	0	0	0	286	0	288	0,69
Vegetação nativa	0	0	0	0	0	0	0	595	595	0
Total que deveria ter sido classificado como....	54	74	2950	1038	907	821	291	597	7307	-
% erro de omissão	0	0	0,07	0,10	0	0	1,72	0,34	-	-

Tabela 2. Matriz de erros obtida através da classificação supervisionada para o dia 26/08/2006.

26/8/2006	Nuvem	Sombra	Água	Solo exposto	Agricultura nº1	Agricultura nº2	Agricultura baixa	Vegetação nativa	Total classificado como ...	% erro inclusão
Nuvem	93	0	0	0	0	0	0	0	93	0
Sombra	0	90	2	0	0	0	0	0	92	2,17
Água	0	0	2838	0	0	0	0	0	2838	0
Solo exposto	0	0	0	1011	0	0	0	0	1011	0
Agricultura nº1	0	0	0	0	907	0	0	0	907	0
Agricultura nº2	0	0	0	0	0	1014	0	8	1022	0,78
Agricultura baixa	0	0	0	0	0	0	636	0	636	0
Vegetação nativa	0	0	0	0	0	0	0	588	588	0
Total que deveria ter sido classificado como...	93	90	2840	1011	907	1014	636	596	7307	
% erro de omissão	0	0	0,07	0	0	0	0	1,34		

4. Conclusões

O mapeamento do uso e cobertura do solo de uma dada região é de extrema importância para a compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, uma vez que, o meio ambiente está em constante transformação devido aos aumentos das atividades antrópicas.

Com o presente trabalho foi possível fazer uma análise temporal do uso e cobertura do solo da área estudada entre os anos 1990 e 2006. Verificou-se a existência de quatro classes predominantes, a saber: massa de água, definida, sobretudo, pelas lagoas e pelo oceano Atlântico; vegetação nativa, envolvendo áreas de Mata Atlântica; solo exposto, que basicamente foi observado dentro das áreas destinadas ao cultivo agrícola e a agricultura, que é constituída predominantemente pelo cultivo de cana-de-açúcar.

Dentre os todos os aspectos considerados nesta pesquisa e dos resultados obtidos, destaca-se a baixa alteração na extensão da área destinada aos processos agrícolas, que representou, em média, 65,7% da área estudada, o que torna fundamental investimento que vise o monitoramento e a preservação ambiental deste complexo lagunar. Verificou-se também que, em média, 15% da área estudada é constituída por vegetação nativa. No entanto, considerando ainda a extensa área destinada ao cultivo agrícola, torna-se relevante diagnosticar e preservar APP (área de preservação permanente), encontrada na região de estudo e definida conforme previsto no Código Florestal Brasileiro. Este considera APP, pelo só efeito da Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso de água. A região ocupada por água representou cerca de 17,25% da área estudada.

Referências Bibliográficas

ANDERSON, L. O.; SHIMABUKURO, Y. E. Classificação Espectro-Temporal de formações vegetais. In: Bernardo F.T. Rudorff; Yosio E. Shimabukuro; Juan C. Ceballos. (Org.). O Sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. 1 ed. São Jose dos Campos: Editora Parêntese, 2007, v., p. 159-171.

Palmeira. M.V. Desenvolvimento Urbano e Turismo: Uma análise da dinâmica urbana em Jequiá da Praia, Alagoas. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió. 2007.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis Estudos Ambientais para criação Resex Jequiá da Praia (AL), MMA, CBPT, Fundação de Apoio a Pesquisa, Extensão e Ensino em Ciências Agrárias, 2001.

DER-AL. Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de Alagoas, Estudos de Impacto Ambiental da Rodovia AL-101-Sul, Jequiá/Roteiro. Governo do Estado de Alagoas, Maia Melo Engenharia Ltda. 1990

PREFEITURA MUNICIPAL DE JEQUIÁ DA PRAIA;SEBRAE - Serviço Brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas; DLIS - Programa de Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável. Plano de Desenvolvimento Local Integrado e Sustentável de Jequiá da Praia. Agosto de 2002.

RICHARDS, J. A., 1986, Remote sensing digital: An introduction image analysis. 1 ed. Munich, Germany, Springer-Verlag.

ROSENFELD, G. H., FITZPATRICK-LINS, K., 1986, "A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 52, n. 2, pp. 85 – 91 .