Integração da dimensão espacial na planificação de uso de terra ao nível distrital – estudo de caso de Boane

Lucrêncio Silvestre Macarringue[1]
Euclides Délio Matule[1,2]
Nercílio Luis Matumbuane[1]

[1] Instituto de Formação em Administração de Terras e Cartografia – INFATEC
Departamento de Investigação e Extensão,
Av. do Trabalho, nº 1281, C.P. 58, Maputo, Moçambique.
{lusimac, nerc_matumbuane}@gmail.com

[2] Universidade Estadual de Feira de Santana
Departamento de Ciências Exatas - PPGM
BR 116, Km 03, Feira de Santana, BA, Brasil
deliomatule@gmail.com

Abstract. In Mozambique, during long decades land use planning at district level was based on stakeholders auscultation without considering spatial data. But recently (first decade of year 2000), they understood how important and essential is to associate that method with spatial data due to spatial analysis. Therefore, this research seeks to enhance the integration of the spatial data to the district plans relating to the land use and land cover. In this order, OLI/Landsat-8 image and soil database were considered integrating into a GIS environment. Digital image processing techniques and spatial analysis were applied. Supervised classifications (Maxver and Isoseg) and overlay methods were considered. Field data were also considered in order to enhance digital image classification methods. As a result of the classification a map of land use and cover was generated containing 5 classes: water, vegetation, exposed soil, urban and agricultural areas. Overlaying maps consisted in adding the generated land use map with fertility map. As a results, a model of land use was generated too. This result revealed weaknesses in the land use planning process at the district level and how, spatial data can be useful to promote best practices on the land use planning process at district level. The methodology used is straightforward and easily reproduced and can be used to assess other regions.

Palavras-chave: Geographic Information System, Remote Sensing, Image Processing, Modeling. Sistema de Informação Geografica, Detecção remota, Processamento de imagens, Modelagem

1. Introdução

A questão de uso de terra é um factor localizado, pois é algo que é observado numa determinada circunscrição territorial. O levantamento do uso da terra numa dada região tornou-se um aspecto fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço e da relação homem e o espaço (IBGE, 2006; MICOA, 2008). O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração do ambiente (BRITO e PRUDENTE, 2005).

As formas de uso de terra não só divergem entre espaços contrastantes (áreas urbanas e rurais) mas também dentro da mesma categoria de unidade territorial é possível constatar diversas assimetrias relacionadas com as formas de uso de terra o que torna necessário proceder um planeamento de uso de terra consoante as características de uma dada região e as necessidades da comunidade que aí habita (FAO, 1995; NIGAM, 1998).

Em Moçambique, vários projectos de desenvolvimento territorial elaborados em vários níveis de divisão administrativa não punham em causa a componente espacial assentando-se na sua maioria nos mecanismos de planificação participativa e na consulta comunitária para validar o processo através dos seus correspondentes conselhos Consultivos de Postos Administrativos e de Distrito para além dos mecanismos usados como reuniões públicas, diagnósticos rurais participativo, seminários de priorização e avaliação conjunta e fora outros – Elaboração dos PEDD "Plano Estratégico de Desenvolvimento Distrital" (MICOA, 2008).

O Governo de Moçambique definiu o distrito como "pólo de desenvolvimento", ou seja prioridade para todas iniciativas conducentes ao desenvolvimento do país, e por isso muitas atenções foram sendo viradas a esta circunscrição territorial que detém vasta gama de recursos naturais importantes para o desenvolvimento da comunidade e do distrito caso sejam desenvolvidos projectos de planificação de uso de terra, pois determinadas formas de uso de terra, têm suas repercussões. Os distritos têm-se deparado com problemas tais como ocupação desordenada do espaço, conflitos de uso e aproveitamento da terra, degradação do meio ambiente e esses afectam os propósitos de desenvolvimento, pois reflectem o uso insustentável do espaço territorial e do potencial da terra.

A utilização de detecção remota ou sensoriamento remoto como técnica para análise do uso e cobertura de terra permite o planeamento e administração de ocupação de forma ordenada e racional, monitorar e avaliar áreas de vegetação natural (PEREIRA et al., 1989).

A aplicação da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) facilita a maneira de como o uso do solo pode ser monitorado, pois técnicas relativamente simples podem fornecer informações que permite a avaliação pontual e temporal, reparação e readaptação dos usos, a um custo aceitável. Uma questão importante na adopção das técnicas de SIG para o planeamento do uso do solo é a actividade agrícola (PELEGRIN, 2001).

Montebelo et al. (2005), consideraram existência de grande interesse por parte da sociedade sobre o uso e cobertura da terra, na medida em que para além de monitorar os possíveis impactos ambientais, pode-se acompanhar o desenvolvimento socioeconómico de um local, tanto em escala municipal, regional e até mesmo global.

Nesse âmbito, esta pesquisa procura realçar a necessidade da integração da dimensão espacial na planificação de uso de terra ao nível distrital.

2. Metodologia do Trabalho

A pesquisa teve vários momentos, desde a aquisição dos materiais, processamentos e produção cartográfica. Os materiais incluem imagem do sensor OLI do Landsat-8 correspondente

a orbita 167 ponto 78 referente a data 8/09/2014 disponibilizada pela USGS através do endereço http://earthexplorer.usgs.gov/, uma imagem quase pronta para o processo de classificação (USGS, 2012), banco de dados de solos (1994) disponibilizado pelo Instituto Nacional de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM). Estes dados foram processados em ambiente SIG, utilizando softwares de visualização e tratamento de informação espacial.

A área de estudo é o distrito de Boane na Província de Maputo região sul de Moçambique, com as seguintes coordenadas: 25.7134º S e 26.2547º S, e 32.1912º E e 32.4948º E, com uma área de cerca de 815 km^2 (MAE, 2005) (Figura 1).

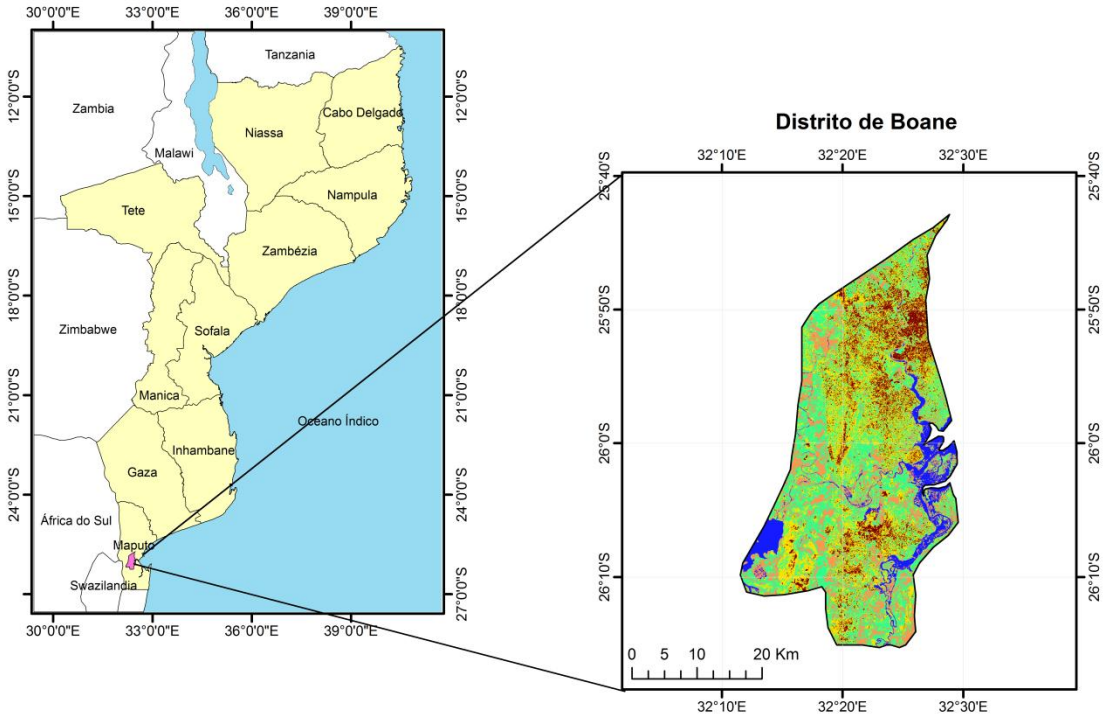

Figura 1: Localização da área de estudo

É um distrito com clima sub-húmido, com duas estações bem definidas, a estação seca (entre Abril e Setembro) e a chuvosa (entre Outubro e Março). A temperatura média anual é de 23,7ºC e a precipitação média anual ronda aos 752 mm (MAE, 2005).

A imagem OLI foi processada segundo procedimentos de processamento digital de imagens (PDI), utilizando a combinação falsa-cor RGB (564). A metodologia utilizada seguiu as seguintes etapas: registro da imagem utilizando o método imagem/imagem por se ter percebido um pequeno deslocamento da imagem; recorte da área de interesse (distrito de Boane), classificação supervisionada usando os métodos Máxima verossimilhança (Maxver) e distância de Mahalonobis (Isoseg) no sentido de buscar-se um classificador relativamente fiel (POWELL et al, 2004).

Em seguida fez-se o pós-processamento (correcção dos erros de classificação) e análise da acurácia do mapeamento e a edição do mapa final de uso e aproveitamento de terra.

Na análise da acurácia utilizou-se como base amostras colectadas em campo que representavam a verdade do terreno.

Relativamente ao banco de dados de solos usou-se o atributo fertilidade que foi convertido para arquivo matricial de modo a se proceder a modelagem. Para a modelagem fez-se a

reclassificação dos dois mapas (uso do solo e fertilidade) e através de operações algébricas matriciais procedeu-se a sobreposição dos mesmos e cálculo das áreas que compõe cada classe.

3. Resultados e Discussão

3.1 Variação da fertilidade dos solos e Uso e cobertura da terra

A fertilidade dos solos esteve classificada em baixa, intermédia e alta com uma distribuição espacial bem definida (Figura 2A), e o mapa de uso e cobertura de terra foi classificado em 5 classes: Água, Vegetação, Áreas habitadas, Solo exposto e Agropecuária (Figura 2B).

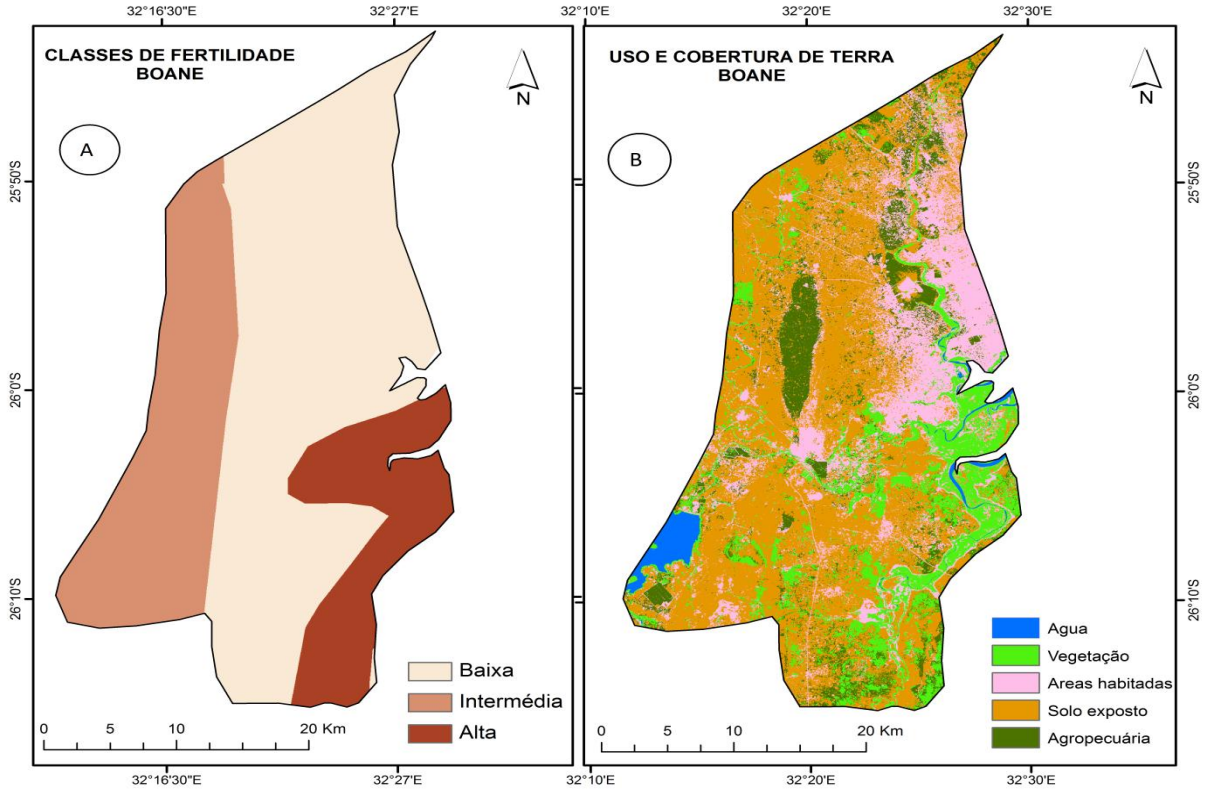

Figura 2: Classes de fertilidade dos solos (A) (Fonte: IIAM, 1994) e de uso e cobertura de terra (B)

Relativamente à fertilidade, observou-se predomínio das áreas de baixa fertilidade, ocupando uma área de 58138 ha correspondente a 57% de toda a extensão, seguindo a moderada com uma área de 27584 ha (27%) e por fim alta com 16588 ha (16%). As áreas de alta fertilidade estão distribuídas na sua maior extensão ao longo do curso dos rios, áreas que se observa predomínio da prática a agricultura.

Atinente ao uso e cobertura de terra (Figura 2B), o classificador que apresentou melhor desempenho foi o Maxver contudo com uma Exactidão Global e Índice Kappa relativamente baixos na ordem dos 68% e 0.6 respectivamente. Através do pós-processamento, que consistiu no refinamento da classificação pela edição matricial, foi possível melhorar o resultado da classificação passando para 73% e 0.65 de Exactidão Global e Índice Kappa respectivamente considerados aceitáveis (KONGALTON e GREEN, 1998). A variação do índice Kappa afecta a variação da exactidão global.

Pela matriz de confusão (Tabela 1) observou-se maior confusão entre as classes Solo exposto, Área habitada e Agropecuária. Isso deveu-se, em certa medida ao facto das áreas habitadas serem característicos de assentamento rurais e com ocupação não planificada com infra-estruturas ligeiramente afastadas uma das outras deixando vazios de solo exposto. Outro facto se deveu a data da aquisição da imagem que confere a época seca onde praticamente as áreas de pastagem encontram-se relativamente sem cobertura vegetal e por isso confundirem-se com o Solo exposto (Figura 3).

Figura 3: Mosaico de amostras de campo relativas às classes escolhidas na classificação. a (fonte: Google Maps), A – área habitada, b – agropecuária, c – água, d – vegetação, e – solo exposto.

Tabela 1: Matriz de confusão resultante da classificação da imagem

Classificação	Verdade de campo					**Total**	Omissão	Comissão
	Água	Agropecuária	Solo exposto	Área habitada	Vegetação		%	%
Água	**522**	0	0	0	0	522	9.69	0
Agropecuária	0	**1246**	8	3	212	1469	42.47	15.18
Solo exposto	0	531	**1379**	194	213	2317	21.33	40.48
Área habitada	4	192	349	**1647**	157	2349	10.88	29.89
Vegetação	52	197	17	4	**1048**	1318	35.71	20.49
Total	578	2166	1753	1848	1630	7975		
Exactidão global: 73%			*Índice Kappa: 0.65*					

3.2 Modelagem do uso de terra e fertilidade dos solos

Através do cruzamento dos mapas de uso e fertilidade, utilizando a operação algébrica soma, obteve uma combinação das classes conforme a Figura 4.

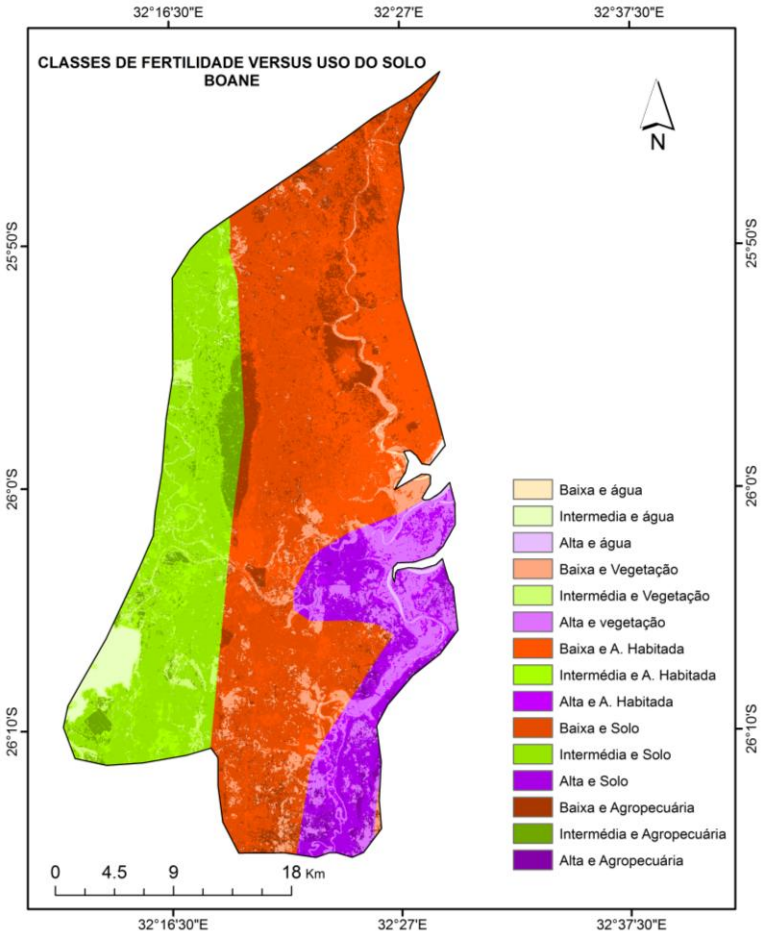

Figura 4: Sobreposição dos planos de informação de fertilidade e uso e cobertura de terra

Com base neste resultado observou-se uma tendência no cumprimento do princípio de planificação distrital pelo que cerca de 50% das terras de baixa fertilidade são destinadas a usos não agrícolas (área habitadas, vegetação, solo exposto e água), porém, constatou-se as áreas de fertilidade alta que podiam ser utilizadas prioritariamente para agricultura só são utilizadas para este fim em apenas 1%, maior percentagem destas áreas é coberta pela vegetação (Tabela 2).

Tabela 2. Relações entre as classes de fertilidade e uso e cobertura da terra

Classes	**Área (ha)**	**%**
Baixa e água	125	0.1
Intermédia e água	1557	1.5
Alta e água	369	0.4
Baixa e vegetação	5813	5.7
Intermédia e vegetação	2515	2.5
Alta e vegetação	7267	7.1
Baixa e área habitada	17588	17.2
Intermédia e área habitada	2739	2.7
Alta e área habitada	1886	1.8
Baixa e solo exposto	27174	26.6
Intermédia e solo exposto	17721	17.3
Alta e solo exposto	5771	5.6
Baixa e agropecuária	7413	7.3
Intermédia e agropecuária	3013	2.9
Alta e agropecuária	1280	1.3
Total	**102231**	**100.0**

Com base nestes dados, constata-se fraquezas no processo de planeamento de uso de terra ao nível distrital pois com base no princípio de uso de terra em vigor em Moçambique, as áreas de alta fertilidade têm prioridade para o uso agrícola.

É de se realçar a contribuição da integração da dimensão espacial através da aplicação de técnicas de detecção remota e processamento de imagens na planificação e monitoramento do uso de terra.

4. Conclusões

De acordo com os resultados desta pesquisa concluiu-se que a integração da dimensão espacial é uma metodologia não apenas bastante útil mas também necessária para a planificação de uso de terra ao nível distrital. Com esta metodologia é possível acomodar as necessidades distritais em função das suas potencialidades com base em informação espacial.

Além dos dados utilizados nesta pesquisa recomenda-se como seguimento deste trabalho a inserção na modelagem de dados de relevo considerado extrema importância no âmbito da planificação de uso de terra, podendo afectar os resultados aqui apresentados.

A metodologia utilizada é relativamente fácil e pode ser transferida para outras pesquisas similares.

Referências Bibliográficas

Brito, J.L.S.; Prudente, T.D. Analise temporal de uso do solo cobertura vegetal do município de Uberlandia-MG, utilizando imagens ETM+ Landsat 7. **Rev. Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 17, p 37-46, 2005.

Food and Agricultural Organization (FAO), **Planning for sustainable use of land resources - Towards a new approach**, 1995.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico do uso da terra.** Manuais técnicos em geociências 2a edição, no. 7. Rio de Janeiro 2006. 91p.

Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM). **Cartas de solos de Moçambique**. Maputo, 1994.

Kongalton, R. G.; Green, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices**. Lewis Publishers. New York. 1998.

Ministério da Administração Estatal (MAE). **Perfil do distrito de Boane**. Província de Maputo, MAE, 2005

Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA). **A integração da dimensão espacial no processo de elaboração dos planos estratégicos distritais de desenvolvimento no quadro da planificação distrital**. Documento não publicado. Maputo. 2008.

Montebelo, Letícia Ayres; Casagrande, Cátia Andersen; Ballester, Maria Victória Ramos; Victoria, Reynaldo Luiz; Cutolo, Ana Paula Antônio. Relação entre uso e áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. 2005. **Anais**.. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. 2005. p. 3829-3836.

Nigam, R. **Application of Remote Sensing and Geographical Information System for land use / land cover mapping and change detection in the rural urban fringe area of Enschede city.** The Netherlands, Division of Urban Survey Planning and Management Department of Land Resource & Urban Sciences International Institute for Aerospace Survey And Earth Sciences (ITC) Enschede, The Netherlands, 1998. Disponível em:<<http://www.gisdevelopment.net/application/urban/fringe/urbanf0001c.htm>>, Acesso em: 18 out. 2014.

Pelegrin, L. A. **Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicadas ao mapeamento do uso do solo: a Bacia do Rio Pará como um exemplo**. 2001. 109p. Dissertação (Mestrado em Análise Espacial) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2001

Pereira, M. N; Kurkdjian, M. L. O de & Foresti, C. **Cobertura e uso da terra através de Sensoriamento Remoto**. São Jóse dos Campos: INPE. 1989

Powell, R. L.; Matzke, N.; Souza Jr. C.; Clark, M.; Numata, I.; Hess, L. L.; Roberts, D. A. Sources of error in accuracy assessment of thematic land-cover mape in the Brazilian Amazon**. Remote Sensing of Environment**, n. 90, p. 221-123. 2004.

United States Geological Survey (USGS). **Landsat Data Continuity Mission (LDCM), Level 0 Reformatted (L0r) Data Format Control Book (DFCB).** LDCM-DFCB-002 Version 9.0. Sioux Falls: EROS, 2012. p. 97.