



INFORMAÇÕES GEOESPACIAIS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS DO CORREDOR DE NACALA – MOÇAMBIQUE

VANESSA S. PUGLIERO¹; ÉDSON L. BOLFE²; MATEUS BATISTELLA³; WILSON A. HOLLER⁴; PAULO R. MARTINHO⁴; SÉRGIO G. TÔSTO³; DAVI O. CUSTÓDIO⁴; DANIEL C. VICTORIA³

Nº 11504

RESUMO

O projeto Embrapa-Moçambique foi baseado nas similaridades edafoclimáticas existentes entre as savanas moçambicanas e o Cerrado brasileiro e objetiva o levantamento e o mapeamento das potencialidades dos recursos naturais de Moçambique. Neste estudo, organizaram-se bases de dados geográficos existentes do Corredor de Nacala, levantaram-se aspectos da legislação ambiental moçambicana, e realizou-se o mapeamento de florestas em distritos específicos deste corredor para a visualização da gestão de recursos naturais. Como resultados já alcançados, destacam-se a geração da base de dados geográficos on-line, a análise preliminar da integração da legislação ambiental em ambiente de sistemas de informação geográfica e o levantamento do uso e da ocupação dos distritos de Mandimba, Cuamba, Malema e Ribaué.

ABSTRACT

The Embrapa-Mozambique Project was based on the edaphoclimatic similarities that exist between Mozambique's savannas and Brazilian *Cerrado*, and aims at surveying and mapping Mozambique's natural resources' potentialities. In this research, the geographic databases available for the Nacala Corridor were organized, aspects of Mozambique's environmental laws were surveyed, and forests at specific districts at this corridor were mapped to visualize natural resources management. Among the results already achieved, we highlight the creation of an online geographic database, the preliminary analysis of the integration of Mozambique's environmental laws and a geographic information systems environment, and the survey of land use and occupation at the Mandimba, Cuamba, Malema and Ribaué districts.

¹Bolsista CNPq: Graduação em Eng. Ambiental, PUCCAMP, Campinas-SP, vanessa@cnpem.embrapa.br.

²Orientador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, bolfe@cnpem.embrapa.br.

³Colaborador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, {mb; tosto; daniel}@cnpem.embrapa.br.

⁴Colaborador: Analista, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP, {holler; paulo; davi}@cnpem.embrapa.br.

INTRODUÇÃO

A África tem apresentado boa potencialidade na agricultura e na economia nos últimos anos. Moçambique, localizado na África Subsaariana, também está inserido nessa realidade, apesar de necessitar de investimento em infraestruturas e tecnologias (FAO, 2010). Neste contexto, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) desenvolve o Projeto de Cooperação Técnica de Apoio à Plataforma de Inovação Agrária de Moçambique (Embrapa-Moçambique) em parceria com o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e a *United States Agency for International Development* (USAID). Em Moçambique, as práticas agrícolas são fonte de renda para cerca de 70% da população de 22.416.881 habitantes. Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011), a agricultura é o setor que mais contribui para o PIB e representou 25% do PIB do primeiro semestre de 2011. A agricultura familiar ocupa 97% das terras, nas quais são empregados baixos níveis de tecnologias, apesar da melhora na produção agropecuária. O país concentra esforços no aumento da produção e da produtividade de culturas agrícolas destinadas aos mercados interno e externo (MOÇAMBIQUE, 2008). Para facilitar o desenvolvimento regional, o país possui divisões estratégicas denominadas de corredores, que são meios de transporte para o escoamento de mercadorias. O Corredor de Nacala (região norte) conecta o vale do Lichinga ao porto de Nacala (BATISTELLA; BOLFE, 2010). O mapeamento e o levantamento dos recursos naturais em ambiente SIG (sistema de informação geográfica) do Corredor de Nacala são ferramentas valiosas para fazer estimativas das potencialidades dos recursos naturais para a produção agropecuária, com indicativos das áreas mais apropriadas aos cultivos e criações. Desse modo, há melhor planejamento territorial rural aliando gestão de recursos naturais com sustentabilidade na agricultura (BOLFE et al., 2011).

MATERIAL E MÉTODOS

Definição da área de estudo:

No Projeto Embrapa-Moçambique, definiu-se o Corredor de Nacala para os estudos iniciais, uma vez que esta região apresenta potencialidade agropecuária similar ao Cerrado brasileiro por ter características edafoclimáticas correspondentes. A primeira etapa consiste no levantamento de organização da base de dados geográficos dos recursos naturais e a geração de cartas-imagens do Corredor de

Nacala. A segunda etapa prevê análises sobre a legislação ambiental e o mapeamento da vegetação densa. Os distritos de Mandimba e Cuamba (Niassa) e Malema e Ribaué (Nampula) foram definidos como áreas de estudos detalhados por serem objetos iniciais de intenso programa de desenvolvimento agrícola e rural, o ProSavana.

Base de dados geográficos e WebGIS:

A base de dados foi gerada integrando dados obtidos de cartografia sistemática convencional existente (CENACARTA, 2010), pluviometria (INAM, 2007), altimetria (SRTM, 1999), uso e cobertura das terras (JICA, 1998) e solos (IIAM, 1972). Para a formação dessa base de dados, foi utilizado o sistema de referência WGS-84. A partir da organização do banco de dados e do levantamentos de outras informações foi possível gerar um sistema de informação geográfica via web.

Legislação ambiental de Moçambique:

Foram consultadas a Lei do Ambiente (Lei nº20 de 1997) e a Lei de Terras (Lei nº19 de 1997), nas quais levantaram-se tópicos que vinculam planejamento ambiental e sistema de informação geográfica.

Mapeamento das áreas de vegetação:

Por meio do produto MOD13 de imagens do sensor MODIS, aplicou-se a reflectância acumulada baseado em Hermuche et al. (2011) e somaram-se as bandas espectrais da imagem mês a mês e banda a banda, sendo a composição final de quatro bandas (*RED*, *NIR*, *MIR* e *BLUE*) e outra imagem com a somatória do NDVI, ambas feitas ao longo de um ano hídrico (10/2009 a 09/2010). Aplicou-se a classificação não supervisionada a 15 classes e, com base em imagens de satélites disponíveis na base do ArcGIS 10 e na carta de uso e cobertura das terras (JICA, 1998), definiram-se cinco classes: corpos d'água, afloramento rochoso ou sombreamento, agricultura ou solo exposto, floresta e área habitacional. Validaram-se os dados através do índice de exatidão global com 100 pontos aleatórios gerados dentro da área de cada distrito.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Base de dados geográficos e WebGIS:

A organização da base de dados marcou o início de um sistema de gestão dos recursos naturais deste corredor e permitiu a visualização do potencial agropecuário da região em comparação com as condições físicas do Cerrado brasileiro.

O relevo predominante nessa região de Moçambique é suave ondulado de partes planas, com elevações residuais de montanhas esparsas (Figura 1a). Em geral, a topografia é dinâmica em função de alterações entre relevos suaves e planos com as elevações residuais.

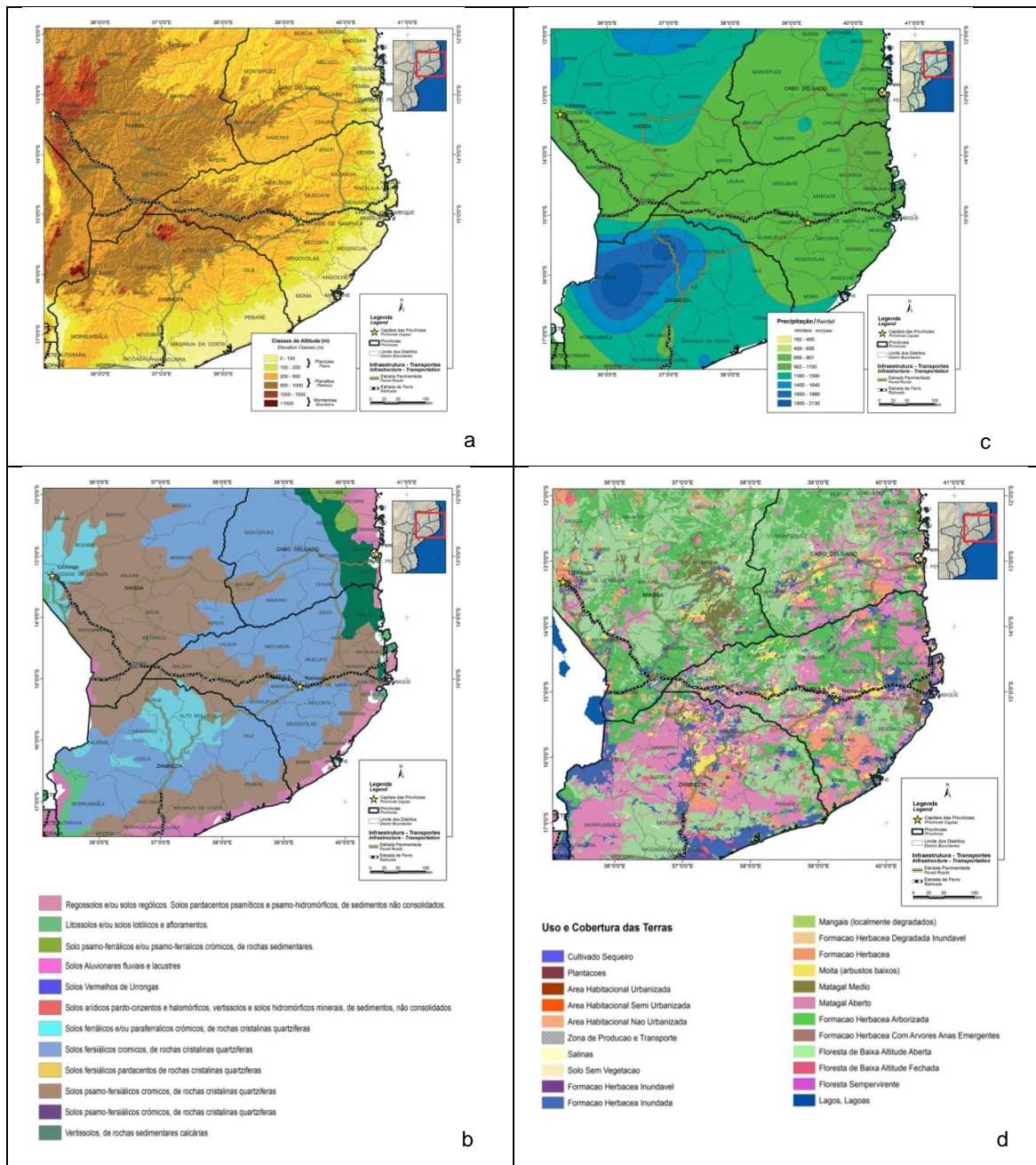


FIGURA 1. Cartas-imagens geradas do Corredor de Nacala, região norte de Moçambique. a) Classes de altitude, b) solos, c) precipitação e d) uso e cobertura das terras.

Em relação aos solos (Figura 1b), na planície costeira da província de Nampula predominam os Neossolos Quartzarênicos e sedimentos de dunas. Da planície costeira até as zonas planálticas, os solos são similares aos da zona de agreste. Em direção à costa ocorrem solos de baixa a alta concentração de bases, conforme a natureza do material de origem. A precipitação na região varia de 600 a 2.000 mm ano⁻¹ (Figura 1c), e a temperatura média mensal varia de 18,5 °C a 26,5 °C, sendo mais alta entre outubro e dezembro, no início da estação chuvosa, e mais amena entre junho e julho, na estação seca. Por meio do mapa de uso e cobertura da terra (Figura 1d), verifica-se a diversidade de cultivos agrícolas, compostos predominantemente pela agricultura familiar (“machambas”). À medida que há maior concentração de áreas de cultivos ao longo das infraestruturas de transporte, torna-se mais escassa a cobertura vegetal composta por florestas decíduas. As bases de dados cartográficas levantadas e analisadas em ambiente SIG mostraram-se capazes de suprir as necessidades de informações regionais (BOLFE et al., 2011).

A partir da organização da base de dados, foi elaborado um sistema de informação geográfica via web. Utilizou-se a plataforma GeoServer (2011) para a publicação e divulgação desses dados, pois ela apresenta fácil manipulação e integração dos diversos planos de informações. As bases cartográficas disponíveis atualmente são: solos, altimetria, classes de declividade, limites políticos, precipitação, transporte e hidrografia.

Legislação ambiental de Moçambique:

O conhecimento das legislações ambientais vigentes no país é imprescindível para orientar o ordenamento territorial e subsidiar o presente projeto. Assim, realizou-se pesquisa das principais leis de Moçambique. A Lei do Ambiente (MOÇAMBIQUE, 1997b) proíbe construções, em zonas de proteção ambiental e ecologicamente sensíveis, de infraestruturas que provoquem impactos negativos ao meio ambiente ou que prejudiquem o funcionamento e a expansão de estruturas como rodovias e ferrovias. A Lei das Terras (MOÇAMBIQUE, 1997a) conceitua Zonas de Proteção da Natureza como “bem de domínio público, destinado à conservação ou preservação de biodiversidade, de monumentos históricos, paisagísticos e naturais (...)”. Estão incluídas nestas zonas estradas primárias e estradas secundárias/terciárias, que devem ter faixa de proteção confinante de 30 m e 15 m, respectivamente.

Mapeamento das áreas de vegetação:

Sobre as duas imagens geradas a partir da frequência acumulada e as bases cartográficas, consideraram-se as classes: corpos d'água, afloramento rochoso ou sombreamento, agricultura ou solo exposto, floresta e área habitacional/semi-habitacional. Validaram-se os dados pelo índice de exatidão global (Tabela 1). Encontrou-se maior exatidão na carta de Uso e Cobertura das Terras (JICA, 1998), o que pode ser explicado pelo maior detalhamento espacial nas imagens da base do ArcGIS 10. As maiores divergências estão na diferenciação entre florestas e agricultura.

TABELA 1. Exatidão global obtida através do uso de pontos aleatórios.

Validação dos pontos	Exatidão global			
	Malema	Ribaué	Mandimba	Cuamba
Base ArcGIS 10	45%	53%	57%	54%
JICA (1998)	79%	58%	69%	69%

Na carta de uso e ocupação do solo obtida (Figura 2), visualiza-se a concentração de zonas de agricultura e de urbanização próximas às infraestruturas de transporte. Para a observação da espacialização de coberturas vegetais mais densas, acumulou-se a reflectância das bandas de NDVI do período em estudo (Figura 3). A sobreposição do mapa de frequência acumulada do NDVI com o mapa de uso e cobertura gerado apresentou áreas coincidentes, isto é, as vegetações mais densas também estão localizadas em áreas de florestas nos mapas de uso e cobertura gerados.

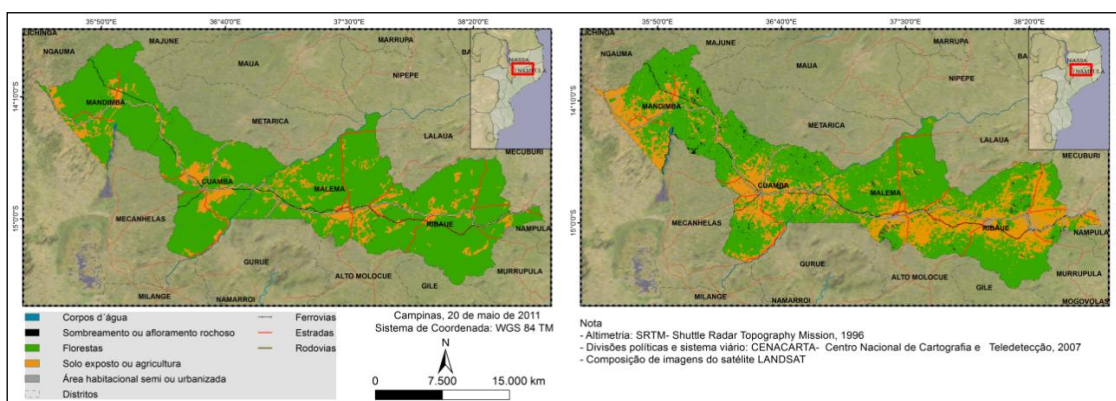


FIGURA 2. Uso e ocupação do solo nos distritos Mandimba, Cuamba, Malema e Ribaué (a) elaborado pela JICA 1998 e (b) obtido pelo projeto.

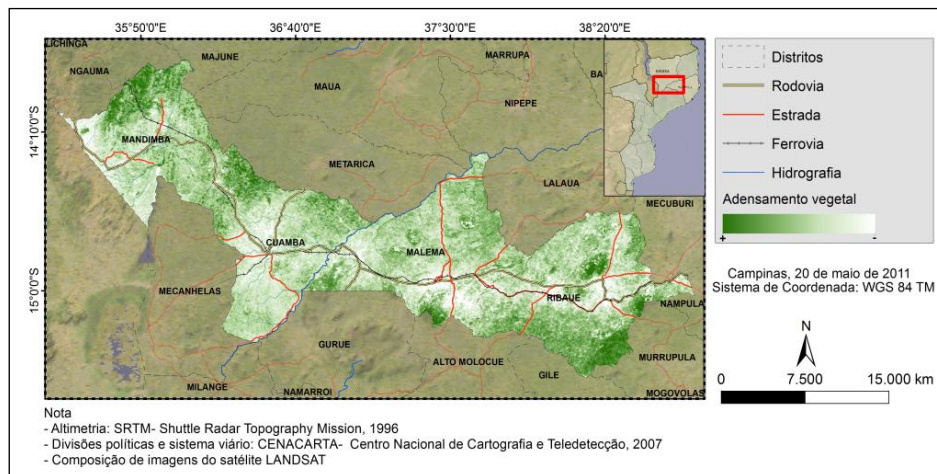


FIGURA 3. Distribuição de cobertura vegetal nos distritos Mandimba, Cuamba, Malema e Ribaué.

CONCLUSÃO

A base de dados elaborada permite subsidiar o desenvolvimento agropecuário de Moçambique, sendo o WebGIS um instrumento de gerenciamento das informações sobre os recursos naturais. Os estudos da legislação ambiental Moçambicana fornecem bases legais para a gestão e o planejamento de recursos naturais segundo o que país propõe para seu desenvolvimento sustentável. Em relação ao uso e à ocupação dos distritos analisados, verificou-se a tendência de ocupação por atividade agrícola e área habitacional mais próxima das infraestruturas de transporte, ao passo que áreas de cobertura vegetal mais densa encontram-se mais distantes. Portanto, é necessário visar o ordenamento territorial para não prejudicar o funcionamento e a expansão de infraestruturas de transporte, bem como evitar a perda de biodiversidade e a ocorrência de áreas degradadas.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Monitoramento por Satélite, pela oportunidade do estágio e ao CNPq – PIBIC, pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L. **Paralelos: Corredor de Nacala**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 77 p.
- BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M.; RONQUIM, C. C.; HOLLER, W. A.; MARTINHO, P. R. R.; MACIA, C. J.; MALAFACUSSER, J. Base de dados geográficos do “Corredor de



Nacala”, Moçambique. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 3995-4002.

CENACARTA. Centro Nacional de Cartografia e Teledetecção. **Informação geoespacial sobre Moçambique**. 2010. Disponível em: <<http://www.cenacarta.com>>. Acesso em: 02 maio 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Desafios e oportunidades para a agricultura e a segurança alimentar na África**. Documento de apoio para discussão no Encontro Ministerial Brasil-África 10 a 12 de Maio de 2010. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/mat5P.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2011

GEOSERVER. **Documentation**. Disponível em: <<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>>. Acesso em: 10 fev. 2011.

HERMUCHE, P. M.; SANO, E. E.; BEZERRA, H. S. A reflectância acumulada como subsídio ao mapeamento da Floresta Estacional Decidual no Vão do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 2012-2019.

IIAM. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. **Cartas de solos de Moçambique**. Escala 1:2.000.000. 1972.

INAM. Instituto Nacional de Meteorologia. **Produtos & serviços**. 2007. Disponível em: <<http://www.inam.gov.mz/>>. Acesso em: 05 abr. 2010.

INE. Instituto Nacional de Estatística. **Contas nacionais de Moçambique**. Disponível em <<http://www.ine.gov.mz/>> Acesso em: 08 jun. 2011

JICA. Japan International Cooperation Agency. **Uso e cobertura da Terra de Moçambique**. Escala 1.1.000.000. 1998.

MOÇAMBIQUE. **Lei de terras nº 19/97 de 1 de outubro**. Aprova a Lei de Terras. 1997a. 10 p.

MOÇAMBIQUE. **Lei nº 20/97 de 1 de outubro**. Aprova a Lei do Ambiente. 1997b. 6 p.

MOÇAMBIQUE. **Plano de Acção para Produção de Alimentos**. 2008. 88 p.

SRTM. Shuttle Radar Topography Mission. **Data products**. 1999. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>>. Acesso em: 10 abr. 2010.