

## WebGIS Moçambique: organização das bases de dados espaciais para a plataforma GeoServer

The screenshot displays the 'WebGIS Moçambique' interface. The top navigation bar includes the title 'WebGIS Moçambique' with a small map icon, and buttons for 'Árvore de Camadas', 'Mapas Moçambique', 'Escalar', 'Escala', and 'Zoom'. The 'Mapas Moçambique' panel shows a map of Mozambique with a dashed orange border. The word 'MOÇAMBIQUE' is printed in the center of the map. A vertical scale bar indicates 200 km and 200 mi. The 'Árvore de Camadas' (Layer Tree) on the left lists 'Mapas Base' (Google Satellite, Google Hybrid, Google Streets, Google Physical), 'Estruturas Moçambique' (Solos, Zonas Agroecológicas, Parques e Reservas, Aptidão Agrícola, Altimetria, Classes de Declive, Limites Políticos, Clima, Transportes, Hidrografia), and 'Acesso Restrito' (Imagens de Satélite, Cartas Topográficas). Each category has a 'Zoom' and 'Transparência' (Transparency) slider.



*ISSN 0103-7811*  
*Dezembro, 2011*

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*  
*Embrapa Monitoramento por Satélite*  
*Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 87***

### **WebGis Moçambique: organização das bases de dados espaciais para a plataforma GeoServer**

Édson Luis Bolfe  
Mateus Batistella  
Davi de Oliveira Custódio  
Orlando Inácio Jalane  
Vanessa Silva Pugliero

Embrapa Monitoramento por Satélite  
Campinas, SP  
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Monitoramento por Satélite**

Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão

CEP 13070-115 Campinas, SP

Telefone: (19) 3211-6200

Fax: (19) 3211-6222

[www.cnpm.embrapa.br](http://www.cnpm.embrapa.br)

[sac@cnpm.embrapa.br](mailto:sac@cnpm.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Cristina Criscuolo*

Secretaria-Executiva: *Shirley Soares da Silva*

Membros: *Bibiana Teixeira de Almeida, Daniel de Castro Victoria, Davi de Oliveira Custódio,*

*Graziella Galinari, Luciane Dourado e Vera Viana dos Santos*

Supervisão editorial: *Cristina Criscuolo*

Revisão de texto: *Bibiana Teixeira de Almeida*

Normalização bibliográfica: *Vera Viana dos Santos*

Tratamento de ilustrações e editoração eletrônica: *Shirley Soares da Silva*

Ilustração da capa: *Arquivos da Unidade*

**1<sup>a</sup> edição**

1<sup>a</sup> impressão (2011): versão digital.

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Monitoramento por Satélite

---

Bolfe, Édson Luis

WebGis Moçambique: organização das bases de dados espaciais para a plataforma GeoServer / Édson Luis Bolfe, Mateus Batistella, Davi de Oliveira Custódio, Orlando Inácio Jalane, Vanessa Silva Pugliero. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011.

27 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 87).

ISSN 0103-7811.

1. Base de dados. 2. Distribuição geográfica. 3. Tecnologia agrícola. 4. Moçambique. I. Batistella, Mateus. II. Custódio, Davi de Oliveira. III. Jalane, Orlando Inácio. IV. Pugliero, Vanessa Silva. V. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (Campinas, SP). VI. Título. VII. Série.

CDD 681.755

---

© Embrapa, 2011

## **Autores**

**Édson Luis Bolfe**

Engenheiro Floresta, Doutor em Geografia, Pesquisador da

Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP

[bolfe@cnpm.embrapa.br](mailto:bolfe@cnpm.embrapa.br)

**Mateus Batistella**

Biólogo, Ph.D. em Ciências Ambientais, Pesquisador da

Embrapa Monitoramento por Satélite

[mb@cnpm.embrapa.br](mailto:mb@cnpm.embrapa.br)

**Davi de Oliveira Custódio**

Analista de Sistemas da Embrapa Monitoramento por Satélite,

Campinas-SP

[davi@cnpm.embrapa.br](mailto:davi@cnpm.embrapa.br)

**Orlando Inácio Jalane**

Geógrafo do Instituto Investigaçāo Agrária de Moçambique

[ojalane@gmail.com](mailto:ojalane@gmail.com)

**Vanessa Silva Pugliero**

Graduanda em Engenharia Ambiental

[vpugliero@gmail.com@cnpm.embrapa.br](mailto:vpugliero@gmail.com@cnpm.embrapa.br)

## Apresentação

O Projeto de Cooperação Técnica de Apoio à Plataforma de Inovação Agrária de Moçambique (Projeto Embrapa-Moçambique) é coordenado pela Secretaria de Relações Internacionais da Embrapa (SRI) e realizado em parceria com o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e a United States Agency for International Development (USAID). A Embrapa Monitoramento por Satélite é responsável pela ação de pesquisa e desenvolvimento "Informações Geoespaciais para a Gestão dos Recursos Naturais e para o Desenvolvimento Agrícola de Moçambique no contexto do Componente II - Fortalecimento de Capacidades Estratégicas Transversais: Gestão de Recursos Naturais para a Agricultura".

Este documento registra e divulga uma das ações desenvolvidas na Embrapa Monitoramento por Satélite no contexto do projeto e que permitiu a obtenção e geração de planos de informações geográficas provenientes de várias fontes. Esses planos alimentaram um banco de dados geográficos. Considerando-se as características técnicas e institucionais, foi selecionada uma tecnologia *open source* (plataforma GeoServer) para o desenvolvimento do WebGIS. Foram implementadas ferramentas para análises espacialmente explícitas e visualização, com o intuito de contribuir para a gestão dos recursos naturais e a sustentabilidade da agricultura em Moçambique.

A organização das bases de dados espaciais de Moçambique e sua disponibilização por meio do WebGIS Moçambique permitem amparar atividades técnico-científicas naquele país, com destaque para levantamentos detalhados solos, zoneamentos agroecológicos, avaliações de impactos ambientais, melhoria de processos produtivos, monitoramento da intensificação agropecuária e da degradação das terras, entre outras.

***Mateus Batistella***  
Chefe-Geral

# Sumário

|  |    |
|--|----|
| <b>Introdução .....</b>  | 7  |
| <b>Antecedentes .....</b>  | 8  |
| <b>Material e métodos .....</b>  | 8  |
| Preparo dos planos de informações geográficas.....                         | 8  |
| Definição da arquitetura de acesso e publicação do WebGIS Moçambique ..... | 8  |
| <b>Resultados .....</b>  | 10 |
| Limites políticos .....  | 11 |
| Transportes .....  | 13 |
| Hidrografia.....   | 15 |
| Bacias hidrográficas .....   | 17 |
| Parques e reservas .....   | 17 |
| Altimetria .....   | 18 |
| Classes de declividade .....   | 19 |
| Estações meteorológicas .....  | 19 |
| Precipitação .....   | 20 |
| Capacidade de drenagem dos solos .....                                     | 20 |
| Classificação dos solos .....  | 21 |
| Uso e cobertura das terras .....   | 21 |
| Zonas agroecológicas.....  | 22 |
| Aptidão agrícola.....  | 23 |
| <b>Conclusões .....</b>  | 26 |
| <b>Referências .....</b>   | 26 |

# **Lista de Figuras**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 1.</b> (a) Localização de Moçambique na África, exibida na interface do WebGIS Moçambique; (b) aproximação do leiaute de limites políticos da África em Moçambique (cada distrito visualizado no mapa tem uma numeração correspondente na legenda)..... | 11  |
| <b>Figura 2.</b> Limites políticos de Moçambique na interface do WebGIS Moçambique.....   | 12  |
| <b>Figura 3.</b> Limites das províncias na interface do WebGIS Moçambique.....  | 12  |
| <b>Figura 4.</b> Limites dos distritos na interface do WebGIS Moçambique.....   | 13  |
| <b>Figura 5.</b> Transporte ferroviário na interface do WebGIS Moçambique.....  | 13  |
| <b>Figura 6.</b> Transporte rodoviário - estradas na interface do WebGIS Moçambique.....  | 14  |
| <b>Figura 7.</b> Transporte rodoviário - rodovias na interface do WebGIS Moçambique.....  | 14  |
| <b>Figura 8.</b> Transporte aeroviário na interface do WebGIS Moçambique.....   | 15  |
| <b>Figura 9.</b> Hidrografia dos rios principais na interface do WebGIS Moçambique.....   | 15  |
| <b>Figura 10.</b> Detalhe ( <i>zoom</i> ampliado) na camada de hidrografia de outros rios na interface do WebGIS Moçambique.....  | 16  |
| <b>Figura 11.</b> Hidrografia de outros corpos d'água na interface do WebGIS Moçambique.....  | 16  |
| <b>Figura 12.</b> Bacias hidrográficas na interface do WebGIS Moçambique.....   | 177 |
| <b>Figura 13.</b> Parques e reservas na interface do WebGIS Moçambique.....   | 18  |
| <b>Figura 14.</b> Altimetria na interface do WebGIS Moçambique.....   | 18  |
| <b>Figura 15.</b> Classes de declividade na interface do WebGIS Moçambique.....   | 19  |
| <b>Figura 16.</b> Estações meteorológicas na interface do WebGIS Moçambique.....  | 19  |
| <b>Figura 17.</b> Precipitação média anual na interface do WebGIS Moçambique.....   | 20  |
| <b>Figura 18.</b> Capacidade de drenagem dos solos na interface do WebGIS Moçambique.....   | 20  |
| <b>Figura 19.</b> Classificação dos solos na interface do WebGIS Moçambique.....  | 221 |
| <b>Figura 20.</b> Uso e cobertura das terras na interface do WebGIS Moçambique.....   | 22  |
| <b>Figura 21.</b> Zonas agroecológicas na interface do WebGIS Moçambique.....   | 22  |
| <b>Figura 22.</b> Aptidão agrícola para o cultivo soja na interface do WebGIS Moçambique.....   | 23  |
| <b>Figura 23.</b> Aptidão agrícola para o cultivo milho na interface do WebGIS Moçambique.....  | 23  |
| <b>Figura 24.</b> Aptidão agrícola para o cultivo da mandioca na interface do WebGIS Moçambique.....  | 24  |
| <b>Figura 25.</b> Aptidão agrícola para o cultivo arroz na interface do WebGIS Moçambique.....  | 24  |
| <b>Figura 26.</b> Aptidão agrícola para o cultivo amendoim na interface do WebGIS Moçambique.....   | 25  |
| <b>Figura 27.</b> Aptidão agrícola para o cultivo algodão na interface do WebGIS Moçambique.....  | 25  |

# **WebGIS Moçambique: organização das bases de dados espaciais para a plataforma GeoServer**

---

*Édson Luis Bolfe*

*Mateus Batistella*

*Davi de Oliveira Custódio*

*Orlando Inácio Jalane*

*Vanessa Silva Pugliero*

## **Introdução**

O aumento da demanda mundial por alimentos e energia deve acompanhar o crescimento populacional. Previsões da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) indicam uma população mundial de 8 bilhões de habitantes em 2025 e de 9,1 bilhões em 2050. A produção de alimentos e energia para essa população deve ser baseada em sustentabilidade ambiental, econômica e social. O grande desafio está em encontrar pontos de equilíbrio entre produção e conservação. Para as ciências e atividades que incluem o componente geoespacial, entender as relações estabelecidas entre os fatores biofísicos e humanos historicamente produzidos possibilita a identificação de padrões e processos, conhecimento imprescindível para a gestão dos recursos naturais e da agricultura (BATISTELLA, 2010).

Baseado no paralelismo de situações geográficas entre o Brasil e Moçambique, inserem-se as vertentes da cooperação Brasil/Moçambique e temas de importância estratégica para a pesquisa agropecuária revelam perspectivas de trabalho que incluem zoneamentos agroecológicos, avaliações de impactos ambientais e melhoria de processos produtivos (BATISTELLA; BOLFE, 2010). Considerando-se a assinatura da Cooperação Técnica de Apoio à Plataforma de Inovação Agrária de Moçambique (Plataforma Moçambique) no âmbito da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e em parceria com o Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) e a United States Agency for International Development (USAID), a Embrapa Monitoramento por Satélite é responsável pela ação de banco de dados geográficos para a gestão dos recursos naturais e para o desenvolvimento agrícola de Moçambique no contexto do "Fortalecimento de Capacidades Estratégicas Transversais: Gestão de Recursos Naturais para a Agricultura", coordenados pela Secretaria de Relações Internacionais da Embrapa (SRI).

Esta ação teve como objetivo inicial levantar informações geoespaciais e gerar um banco de dados geográficos (WebGIS) para a gestão dos recursos naturais e para o desenvolvimento agrícola de Moçambique, devido às potenciais similaridades com zonas do Cerrado brasileiro.

## Antecedentes

Moçambique tem sido objeto de levantamentos e mapeamentos de seus recursos naturais por diversas instituições e organizações de pesquisa e desenvolvimento. Porém, esses estudos foram conduzidos de forma a não compor uma base consolidada de dados geográficos. Cada componente da base de dados dos recursos naturais (solos, vegetação, relevo, clima e hidrografia) encontra-se em situação peculiar, seja no formato digital ou analógico, em distintas escalas, entre 1:4.000.000 e 1:250.000, em diferentes sistemas de coordenadas e operados por diferentes agentes governamentais. Nesse sentido, é premente a organização e integração desses componentes em uma base de dados geográficos para Moçambique de forma a subsidiar os estudos a serem realizados em relação à caracterização de recursos naturais, mapeamentos, zoneamentos e à avaliação dos recursos naturais para fins agrícolas.

Como estratégia de execução para a estruturação dessa base de dados geográficos, foram realizadas pesquisas em mapeamentos preexistentes junto a instituições e ao governo moçambicano, com destaque para o Centro Nacional de Cartografia e Teledetectação (Cenacarta); Instituto Nacional de Meteorologia (Inam); Instituto de Investigação Agronômica de Moçambique (IIAM), entre outras organizações e instituições internacionais.

Bolfe et al., (2011) destacam que distintas técnicas informatizadas de análise espacial dos recursos naturais podem subsidiar o planejamento territorial rural de Moçambique, auxiliando a compreensão sobre a dinâmica de uso da terra e as possibilidades de desenvolvimento da agricultura no país.

O objetivo principal deste trabalho é apresentar a metodologia de elaboração de uma plataforma de informações geográficas de Moçambique usando uma ferramenta amigável e interativa com o usuário. Para isso, os planos de informações geográficas de Moçambique, obtidos pela Embrapa Monitoramento por Satélite, foram organizados e publicados na forma de WebGIS (EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE, 2011), visando facilitar o acesso das instituições envolvidas no projeto e da sociedade a esses dados.

## Material e métodos

Os métodos utilizados para preparar, organizar e publicar as bases espaciais de Moçambique por meio de um WebGIS fundamentaram-se em duas principais fases de trabalho: preparo dos planos de informações geográficas e definição da arquitetura de acesso e publicação do WebGIS Moçambique.

### Preparo dos planos de informações geográficas

Após a obtenção e organização das bases cartográficas na forma de planos de informações geográficas em arquivos no formato *shapefile*, esses arquivos foram importados para o PostGIS usando uma rotina específica.

Na ferramenta de importação de arquivos, foi estabelecida a conexão com o PostgreSQL, e foram fornecidos parâmetros como: nome, serviço, máquina, porta, usuário, senha e outras opções. Definida a conexão SQL, foi necessário conectar o banco de dados para receber os arquivos.

Com os dados exportados para o banco de dados, foi possível acessá-los usando a conexão com o SQL. Nesta etapa, os dados brutos são exportados, porém ainda não possuem estilos (cor de linha, cor de preenchimento, tons de cores) definidos e salvos. Esses estilos são definidos usando a linguagem *Styled Language Descriptor (SLD)*. Para o WebGIS Moçambique, foram utilizados aplicativos do uDig e do ArcMap que permitiram a inserção dos *shapefiles* na plataforma GeoServer.

## **Definição de estilos no uDig**

A conexão foi realizada usando a ferramenta "Add Data" em PostGIS, que permite configurar os parâmetros necessários à conexão efetiva. Ao conectar ao banco de dados, todos os *shapefiles* foram verificados e ficaram disponíveis para edição.

Na rotina "Change Style", é disponibilizada de modo automático a opção de definição dos temas para o *shapefile* por meio de um número limitado de classes na função "Theme". Para até 12 classes, há um agrupamento automático. Para aqueles casos em que houve necessidade de definir um número superior a 12 classes, utilizou-se outra rotina, a "uDig", a qual permite criar quantidades indefinidas de classes manualmente. O tema e outros estilos (opacidade e cor de linha de fora da feição) também são passíveis de definição.

Para que a representação definida previamente possa ser visualizada no WebGIS, necessita-se de uma linguagem, chamada de eXtensible Markup Language (XML). Foi necessário utilizar rotinas específicas: "Validate", para validar o documento, e "Export", para a geração do arquivo a ser inserido na plataforma GeoServer. Os arquivos contendo novos estilos podem ser adicionados ao GeoServer, sendo necessário nomear a legenda a ser usada.

## **Definição de estilos no ArcMap**

Outra opção de definição de simbologia da legenda e sua exportação para o WebGIS pode ser efetuada pela ferramenta Arc2Earth (2006), que gera a linguagem SLD.

A rotina básica para esta definição inclui a abertura dos arquivos *shapefile* no ArcMap, definindo-se os estilos da legenda nas propriedades do *shapefile*/simbologia. Após a habilitação da ferramenta Arc2Earth, pode-se exportar e salvar o SLD.

## **Definição de estilos por valores hexadecimais**

Outra opção de definição de estilo é a conversão dos valores RGB em hexadecimais. Esta conversão pode ser feita por meio de funções em planilhas, calculadora científica ou até mesmo pela obtenção do hexadecimal em paletas disponíveis na web.

## **Importação para a plataforma GeoServer**

Para a publicação dos planos de informações geográficas gerados no projeto, foi utilizado o servidor de dados geoespaciais GeoServer. O GeoServer é um software livre que permite o compartilhamento e a publicação de dados geoespaciais pela internet. Seu foco principal é a utilização de padrões abertos, permitindo fácil interoperabilidade entre sistemas de geoprocessamento. Entre os padrões suportados pelo software, pode-se destacar: Web Map Service (WMS), Web Feature Service (WFS) e Web Coverage Service (WCS). Para o WebGIS Moçambique, foi definido o padrão de interoperabilidade WMS para a publicação dos dados, por se mostrar o mais adequado para os tipos de dados gerados pelo projeto.

O GeoServer permite a publicação de grande variedade e tipos de informações geográficas. O projeto Moçambique obteve dados no formato ESRI *shapefile* e também imagens de satélite e cartas no formato GeoTIFF. No caso dos dados vetoriais, representados pelos *shapefiles*, optou-se por fazer a importação para uma *geodatabase* usando PostgreSQL com o módulo espacial PostGIS, permitindo maior interação com as informações vetoriais. A *geodatabase* proporcionou melhor desempenho no acesso aos dados, além de permitir a aplicação de funções geoespaciais para criar ou modificar informações geográficas.

A publicação de um plano de informações geográficas armazenado no PostgreSQL pode ser realizada em sete etapas. A primeira etapa é a definição de uma fonte de dados apontando para o banco de dados PostgreSQL. O GeoServer trata essa fonte de dados como um armazenamento (*store*), sendo necessário criar um *store* que represente o banco de dados onde encontram-se os dados do projeto. A segunda etapa consiste na definição do nome específico do banco de dados por meio das opções disponíveis na tela de definição dos dados de conexão com o banco de dados do PostGIS. Após a definição da fonte de dados, a terceira etapa é a criação de uma camada (*layer*), que o GeoServer trata como um plano de informações geográficas. Na quarta etapa, é necessário definir para qual *store* será estabelecido um novo plano de informações. A definição dos arquivos a serem publicados pelo GeoServer a partir da apresentação de uma lista dos planos de informações geográficas contidos no *geodatabase* é a quinta etapa do processo. A sexta etapa consiste na escolha dos planos de informações geográficas a serem publicados. O GeoServer requer uma série de informações, com destaque para o nome da camada, o número do sistema de projeção nativo e declarado utilizando o padrão Spatial Reference System (SRS), e os *Bounding Boxes* (extensões espaciais representando a área relativa ao plano de informações) nativos e declarados.

Após a publicação, o plano de informações fica disponível via protocolo WMS e pode ser acessado pelo Google Earth, ArcMap, Erdas, ENVI, GvSIG, Quantum GIS, uDig, entre outros.

## Definição da arquitetura de acesso e publicação do WebGIS Moçambique

### Mapas base do WebGIS

A plataforma GeoServer possui mapas disponibilizados pela Google Inc.: *Satellite*, *Hybrid*, *Streets* e *Physical*, que podem ser utilizados como fundo para as informações espaciais inseridas no WebGIS.

### Ferramentas do WebGIS

No WebGIS, foram definidas algumas funções de acesso, navegação e manipulação dos planos de informações geográficas inseridos. Além de operações de aproximação – como a ferramenta de *zoom*, visualização de escalas e coordenadas geográficas –, é possível realizar sobreposições de diferentes planos de informações e aumentar o grau de transparência em uma das camadas. Foram definidas ainda duas possibilidades de obtenção de métricas sobre os planos de informações visualizados: a) na ferramenta “medir distância”, é possível traçar uma linha para o cálculo da distância em quilômetros entre dois pontos ou de um trajeto com inúmeros pontos; e b) na ferramenta “medir áreas”, pode-se desenhar um polígono para a obtenção de suas dimensões em km<sup>2</sup>.

## Resultados: bases de dados geoespaciais no WebGIS Moçambique

Os planos de informações geográficas foram definidos considerando-se a sua relevância no contexto de obtenção de dados geoespaciais para a gestão dos recursos naturais e para o desenvolvimento agrícola de Moçambique. Os planos são provenientes de diferentes organizações/instituições de Moçambique e internacionais, e são sendo divididos em 14 grupos de informações geoespaciais: limites políticos, transportes, hidrografia, bacias hidrográficas, parques e reservas, altimetria, classes de declividade, estações meteorológicas, precipitação, capacidade de drenagem dos solos, classificação dos solos, uso e cobertura das terras, zonas agroecológicas e aptidão agrícola.

Todos os dados inseridos no WebGIS Moçambique foram obtidos em formato shapefile com atributos definidos pelas instituições de origem. O nível de informações e detalhamento de legendas é dinâmico em razão da ferramenta de ampliação ou diminuição do zoom do WebGIS.

## Limites políticos

Moçambique localiza-se na costa leste da África, conhecida com África Subsaariana (Figuras 1 e 2). O limite do país foi obtido em escala 1:250.000, disponibilizado pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledetectação (CENACARTA, 2010). O país é dividido em dez Províncias – Maputo, Gaza, Inhambane, Sofala, Manica, Tete, Zambezia, Nampula, Niassa e Cabo Delgado (Figura 3) –, e essas províncias têm 145 distritos (Figura 4).

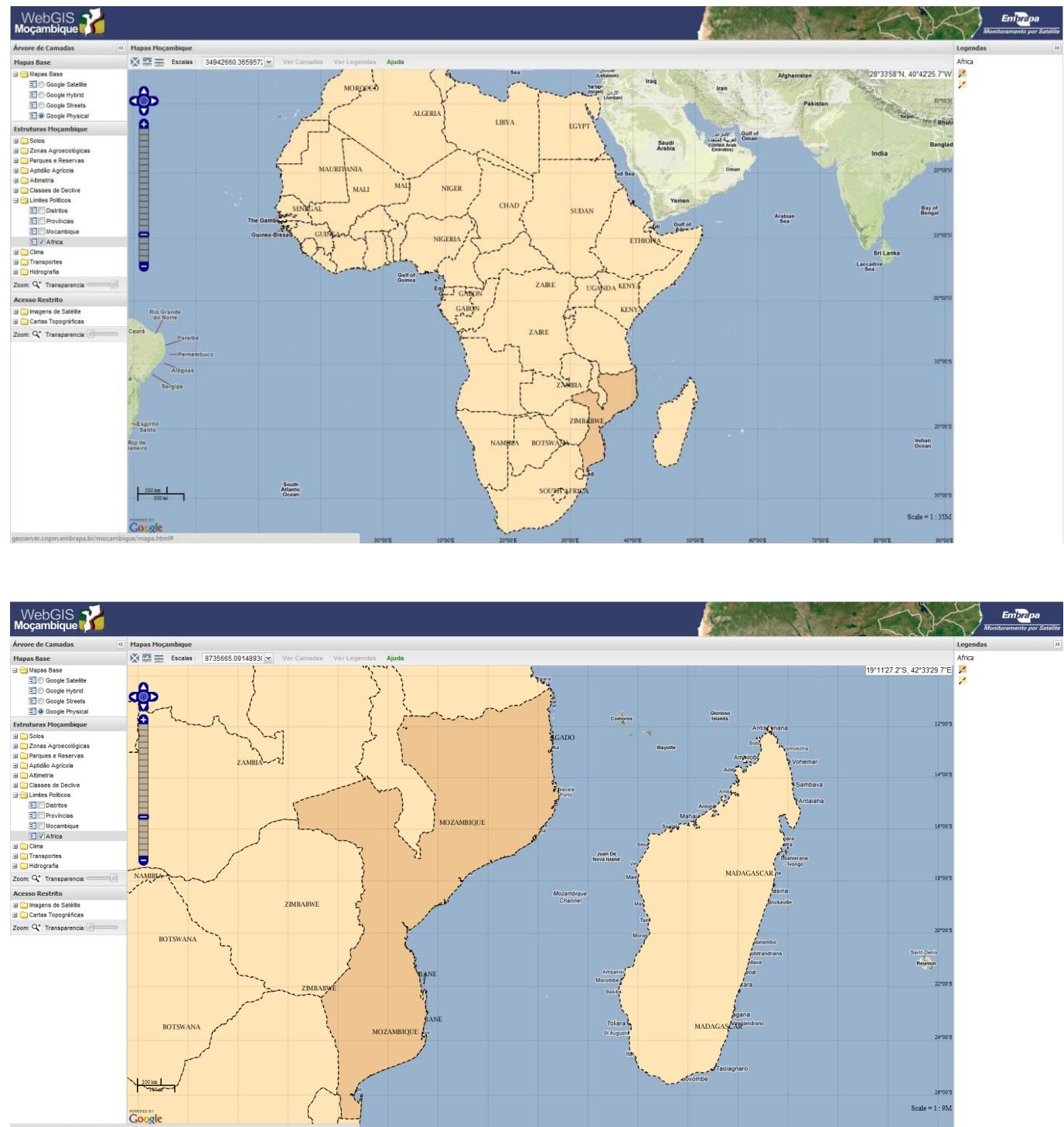


Figura 1. (a) Localização de Moçambique na África, exibida na interface do WebGIS Moçambique; (b) aproximação do leiaute de limites políticos da África em Moçambique (cada distrito visualizado no mapa tem uma numeração correspondente na legenda).

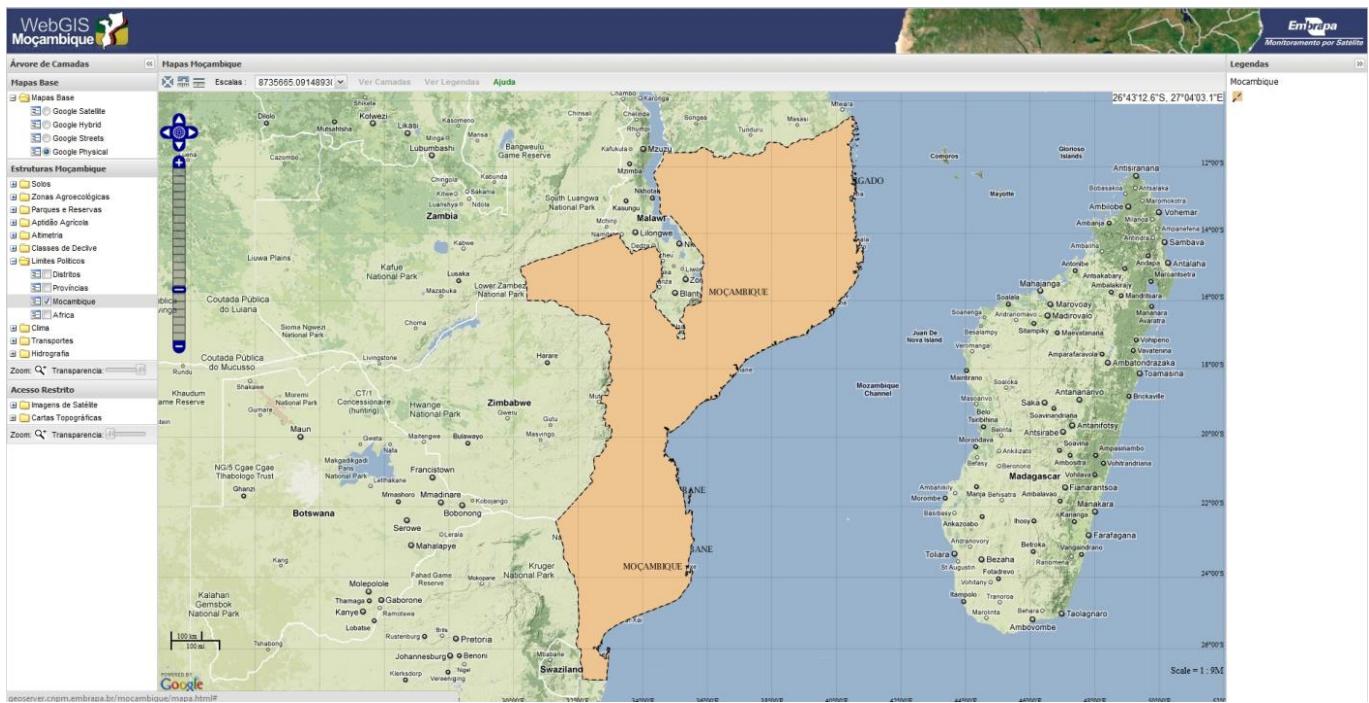


Figura 2. Limites políticos de Moçambique na interface do WebGIS Moçambique.

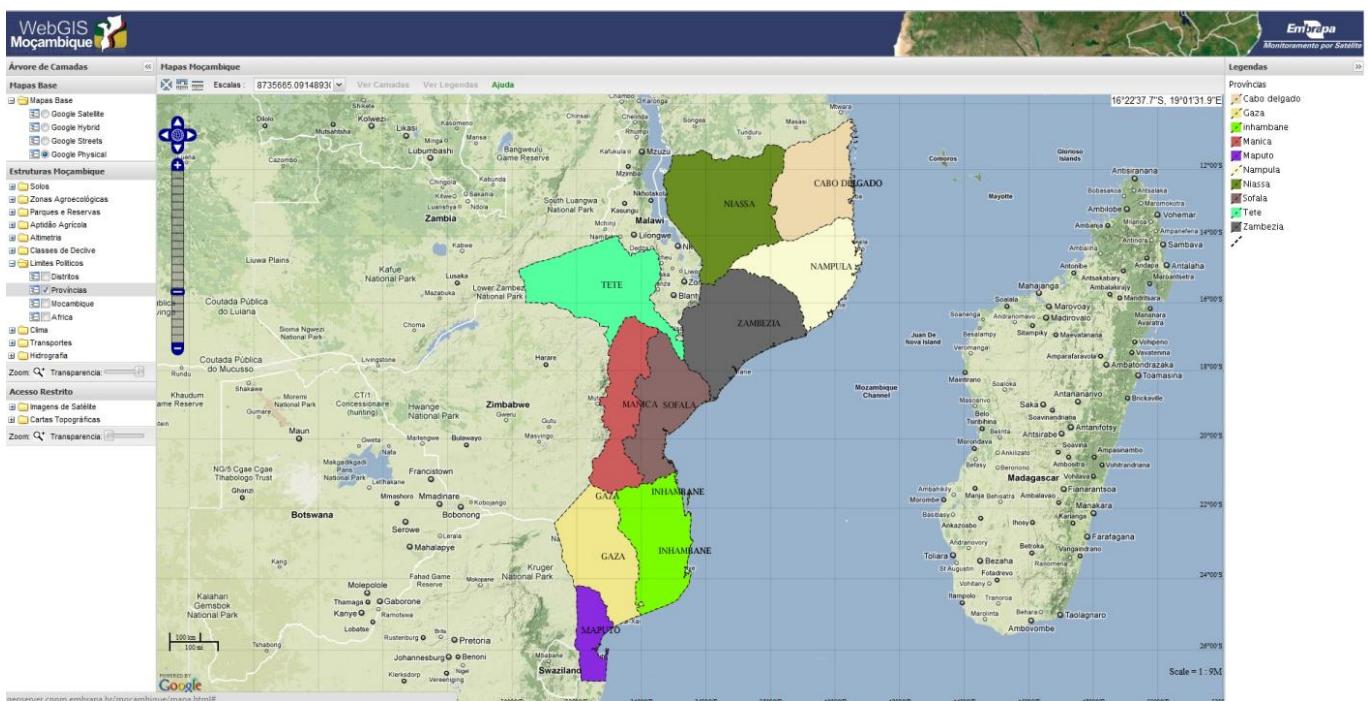


Figura 3. Limites das províncias na interface do WebGIS Moçambique.

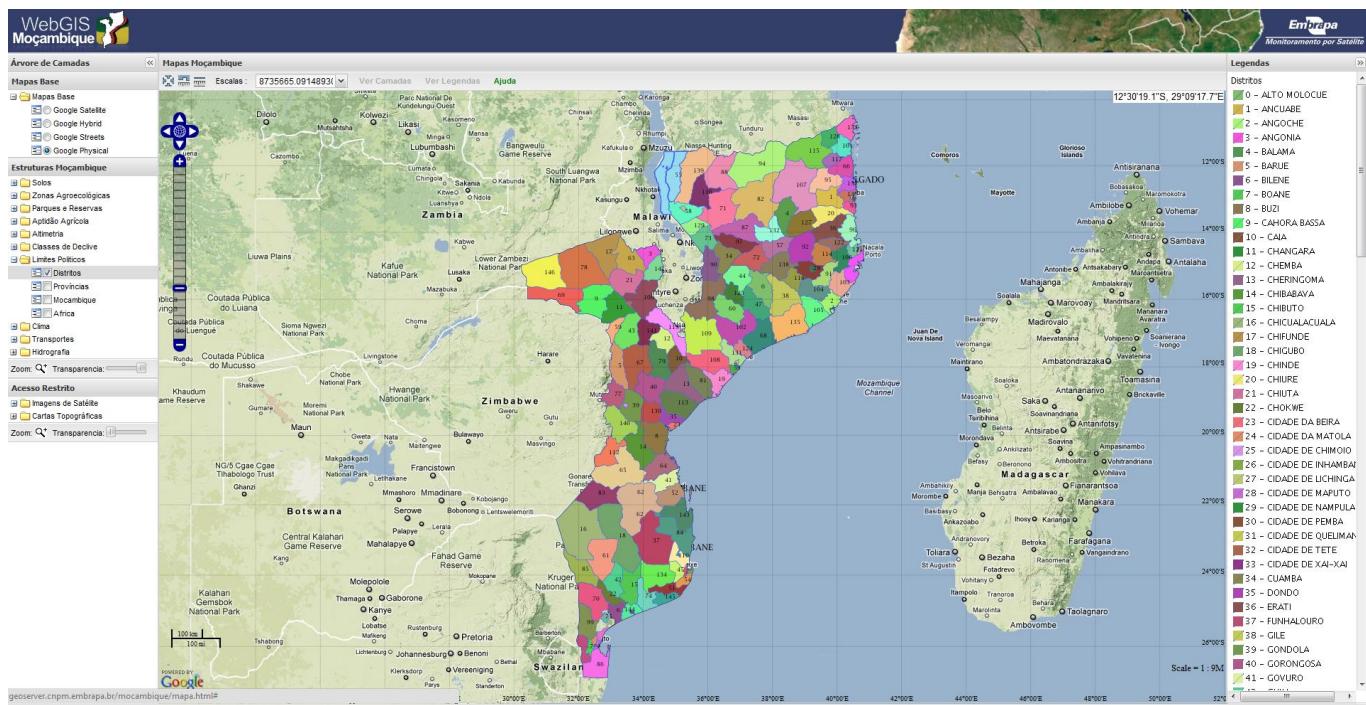


Figura 4. Limites dos distritos na interface do WebGIS Moçambique.

## Transportes

Os planos de informações para a infraestrutura de transporte do país foram gerados a partir da base do Centro Nacional de Cartografia e Teledetectação (CENACARTA, 2010), na escala de 1:250.000, e incluem: transporte ferroviário (Figura 5), transporte rodoviário - estradas (não pavimentadas) (Figura 6), transporte rodoviário - rodovias (pavimentadas) (Figura 7) e transporte aéreo - nível internacional, nacional e regional (Figura 8).

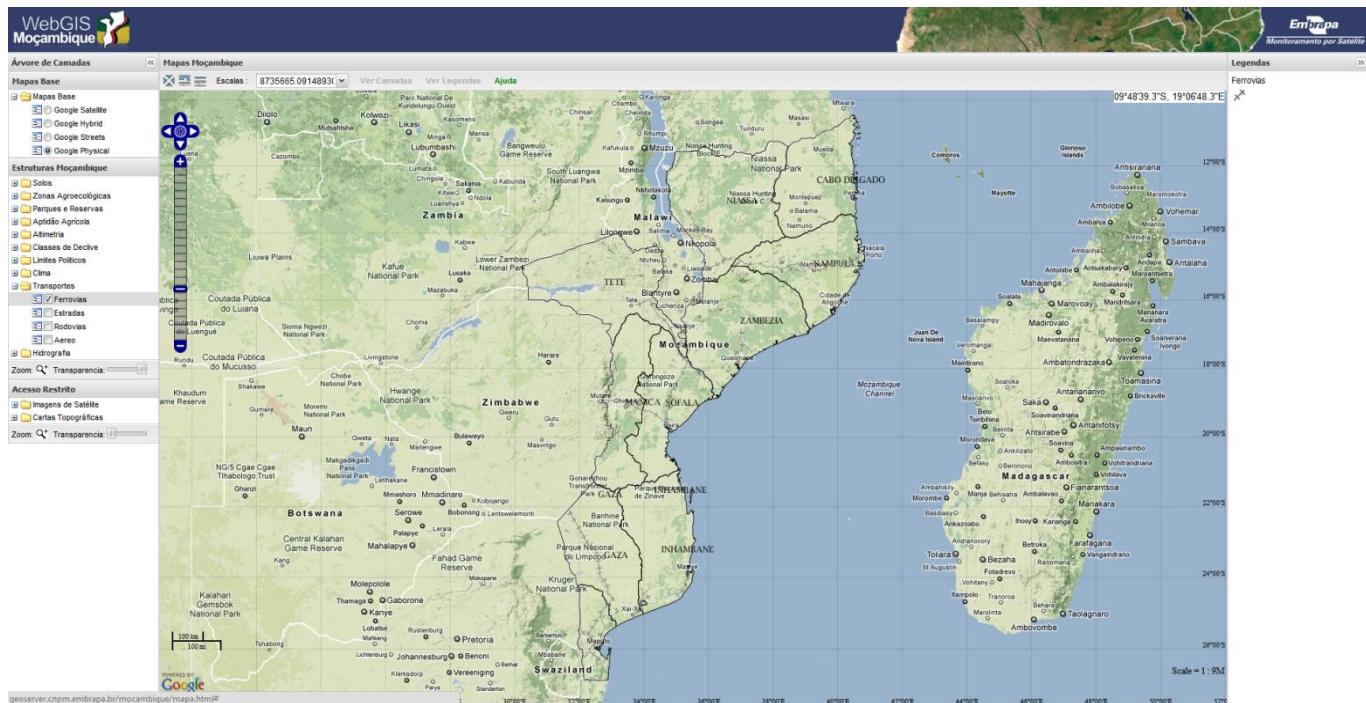


Figura 5. Transporte ferroviário na interface do WebGIS Moçambique.

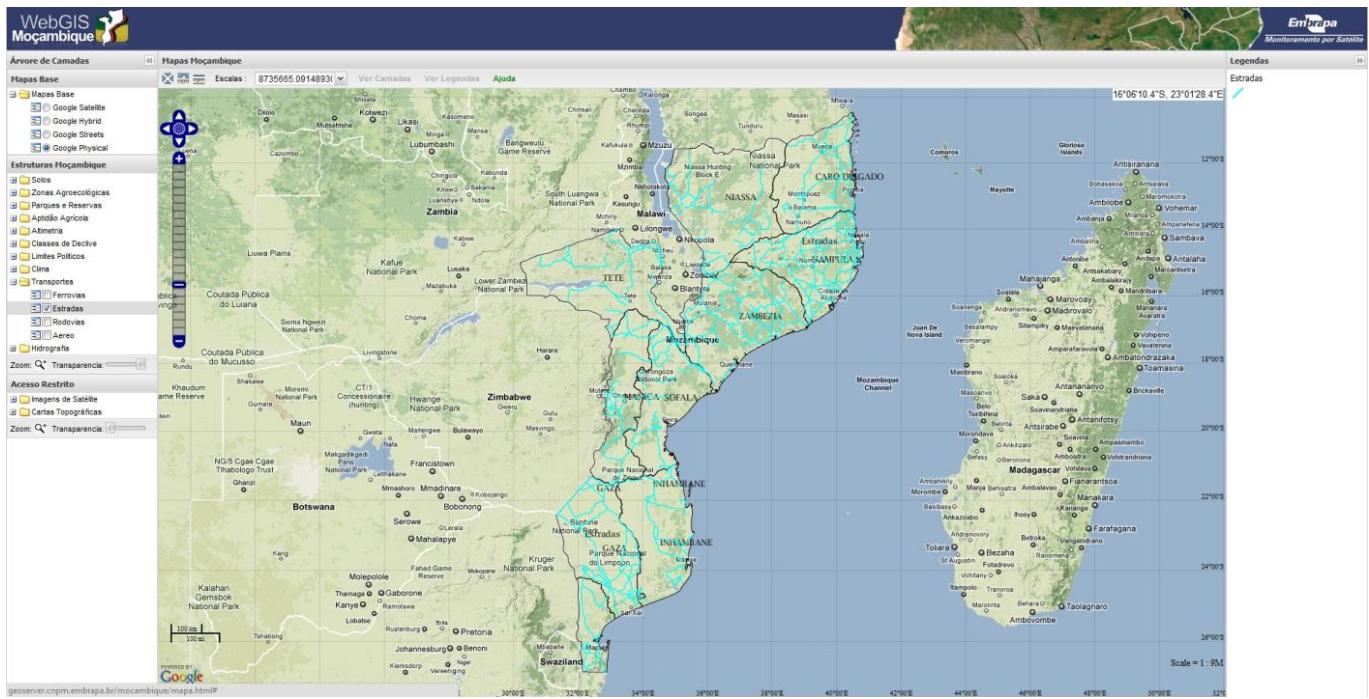


Figura 6. Transporte rodoviário - estradas na interface do WebGIS Moçambique.

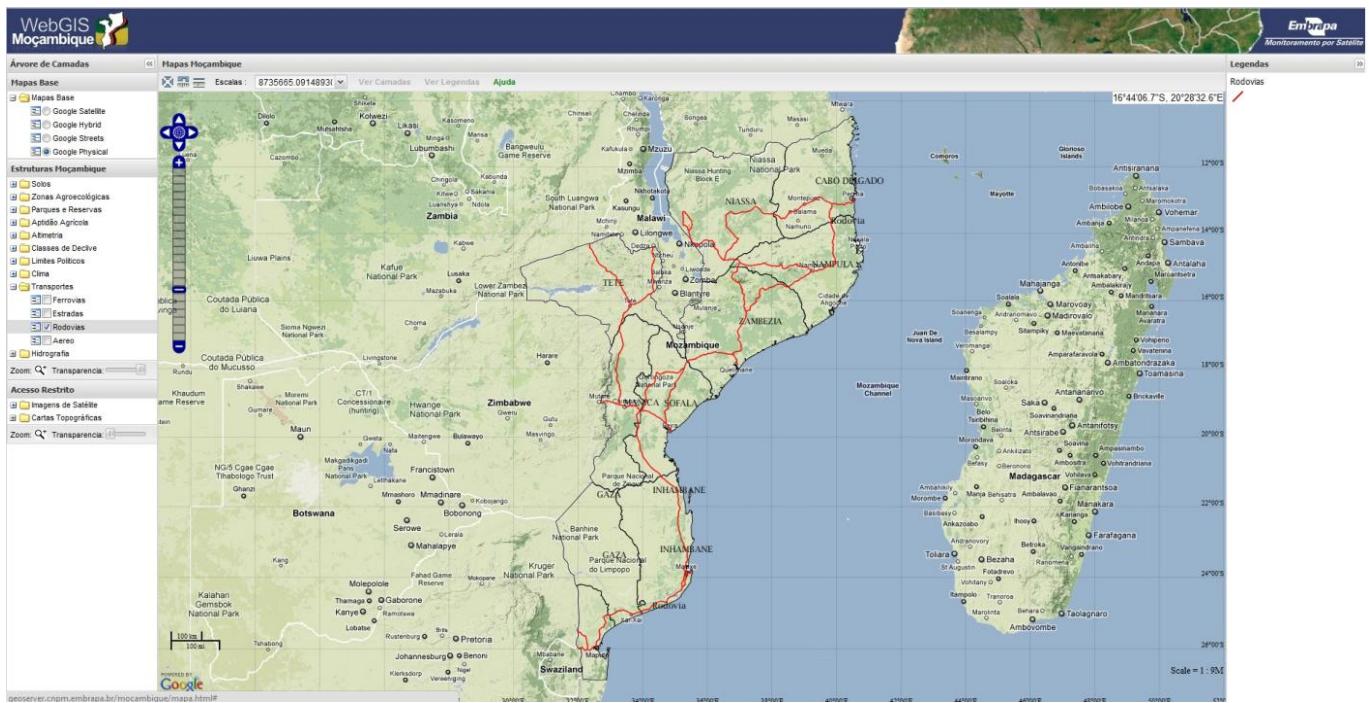


Figura 7. Transporte rodoviário - rodovias na interface do WebGIS Moçambique.

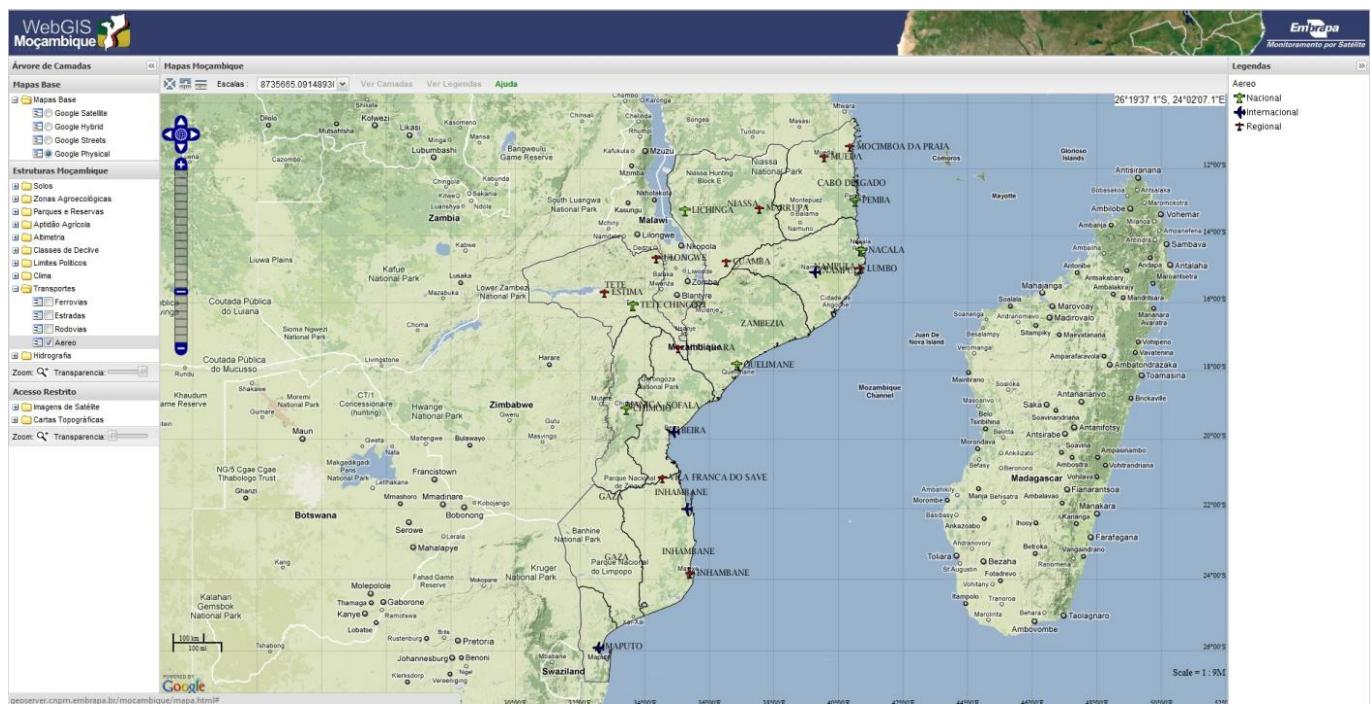


Figura 8. Transporte aerooviário na interface do WebGIS Moçambique.

## Hidrografia

As informações sobre a rede hidrográfica de Moçambique foram disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) e pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledetectação (Cenacarta) em 2000, na escala 1:250.000 (Figuras 9, 10 e 11). A base consiste em rios principais, outros rios e outros corpos d'água, como lagoas, lagos e pequenas barragens.

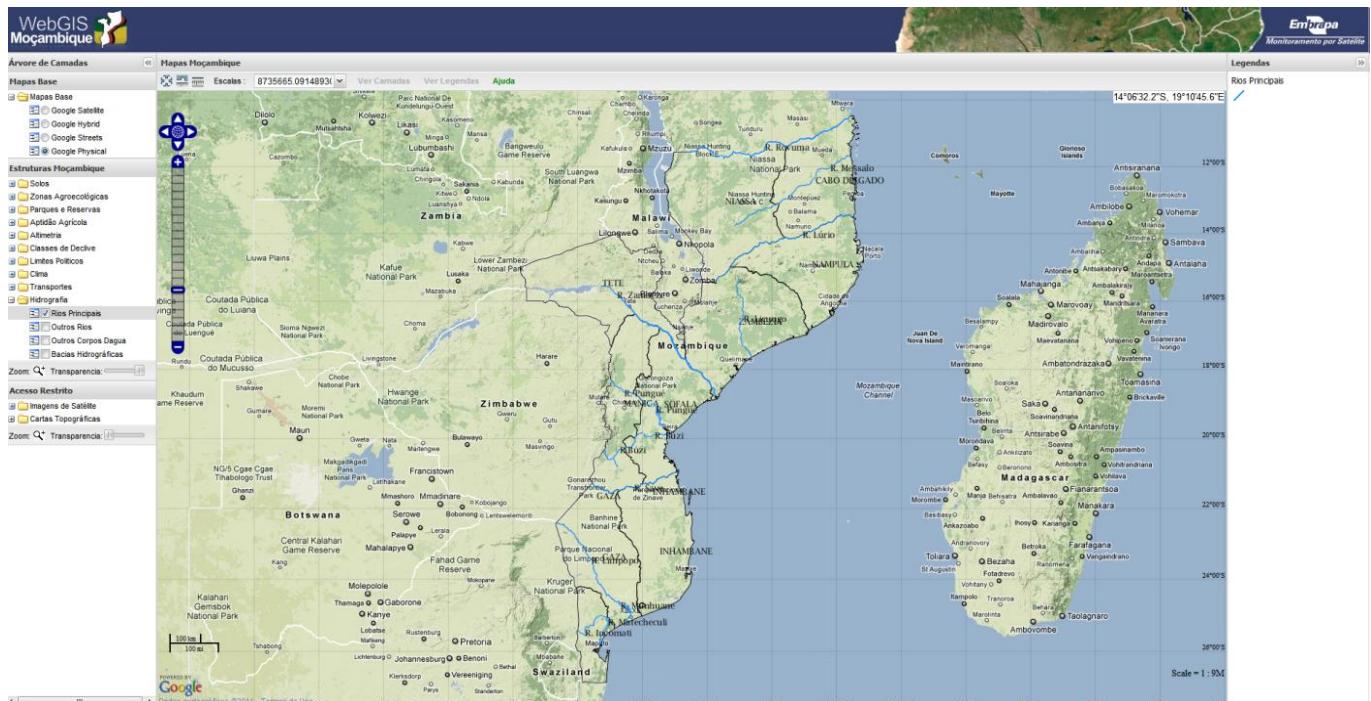
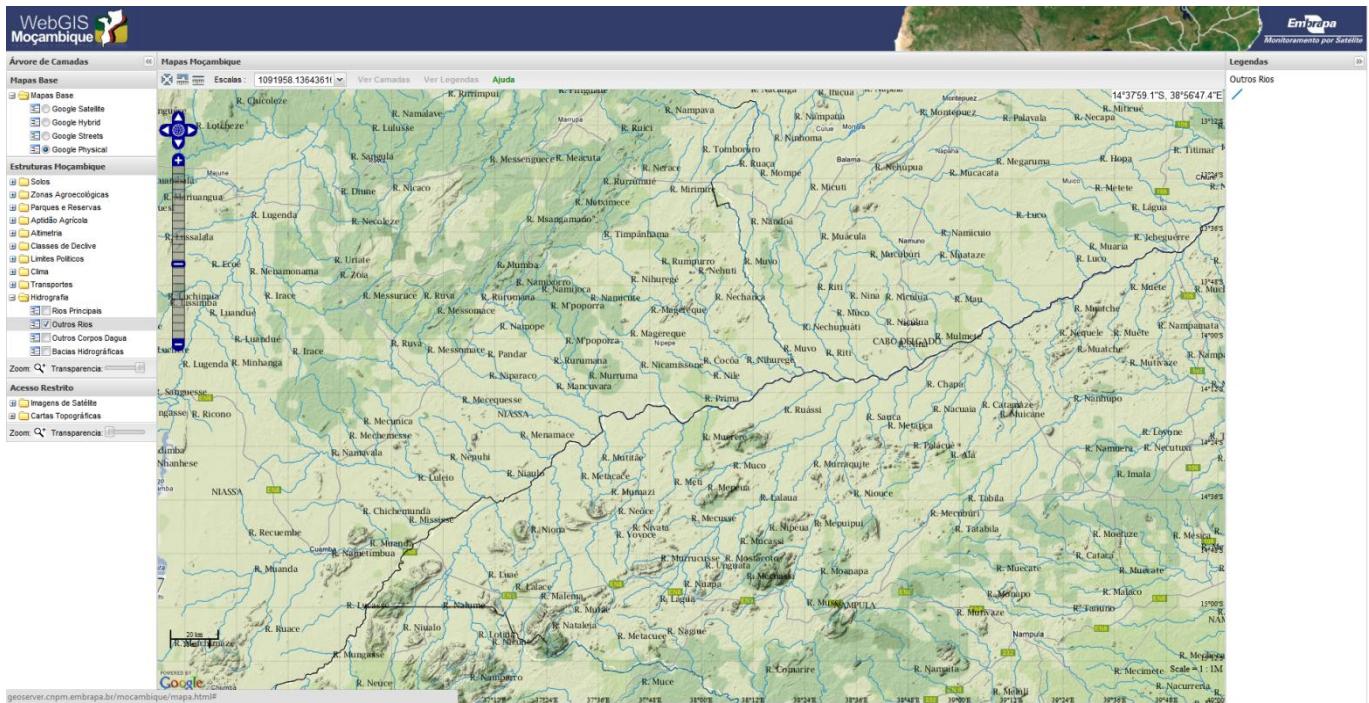


Figura 9. Hidrografia dos rios principais na interface do WebGIS Moçambique.



**Figura 10.** Detalhe (zoom ampliado) na camada de hidrografia de outros rios na interface do WebGIS Moçambique.

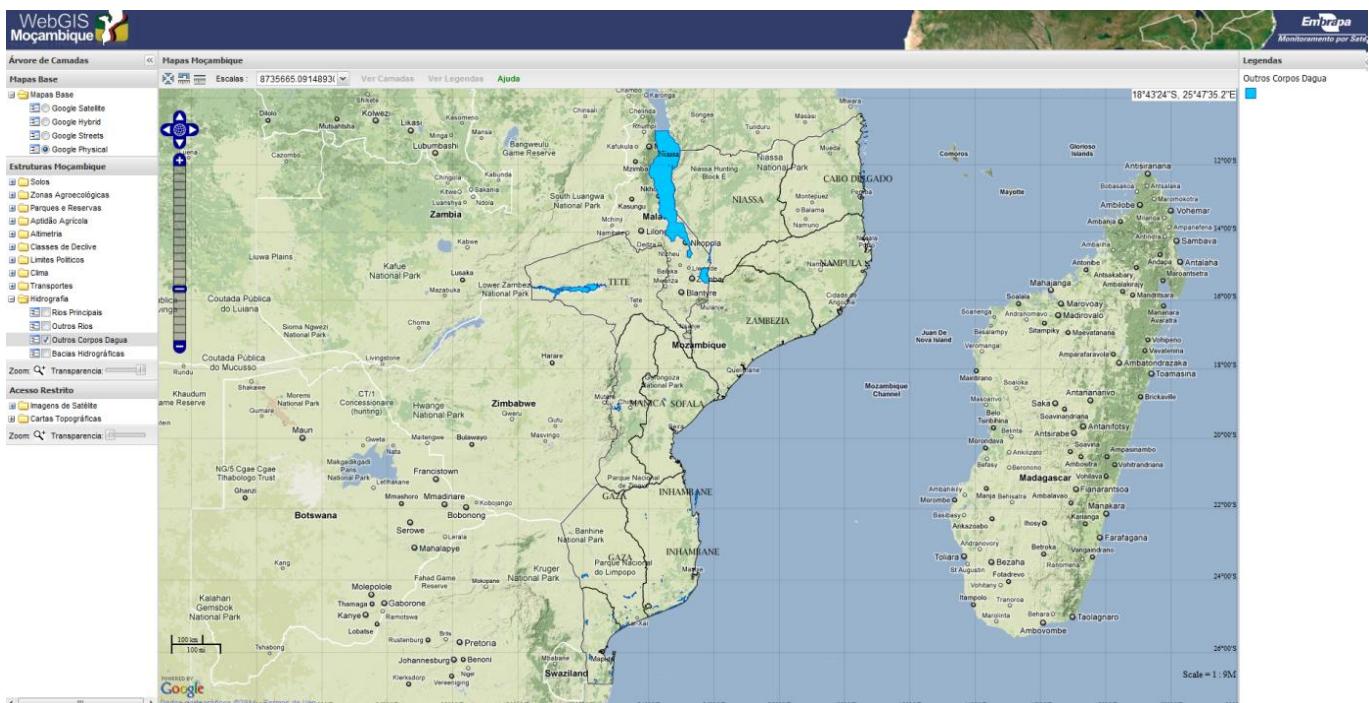


Figura 11. Hidrografia de outros corpos d'água na interface do WebGIS Mocambique.

## Bacias hidrográficas

As informações foram obtidas pelo Centro Nacional de Cartografia e Teledetectação (CENACARTA, 2010), na escala de 1:250.000, e delimitadas por meio de reconhecimento automático de formas a partir do modelo digital de elevação (MDE) gerado pelas imagens do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (SRTM, 2010). As bacias hidrográficas representadas são: Megaruma, Muecula, Meluli, Raraga, Corone, Gorongozi, Inhanombe, Uncundi, Mandimba, Muacamula, Limpopo, Maputo, Moniga, Mecombeze, Monapo, Muirrate, Larde, Nango, Columpa, Zambazo, Molocue, Muaguide, Incomati, Niassa, Nipode, Inhavumalala, Meranvi, Motomonho, Munguezé, Sangussi, Messalo, Luazi, Menembo, Umbeluzi, Pedras, Save, Mogincual, Montepuez, Inharrime, Mecuburi, Monotomo, Pungue, Melela, Sanga, Nhamucinu, Rovuma, Donda, Chimiziua, Zambeze, Maducha, Futi, Govuro, Lurio, Licungo, Savane, Buzi, Ligonha e Mutamba (Figura 12).

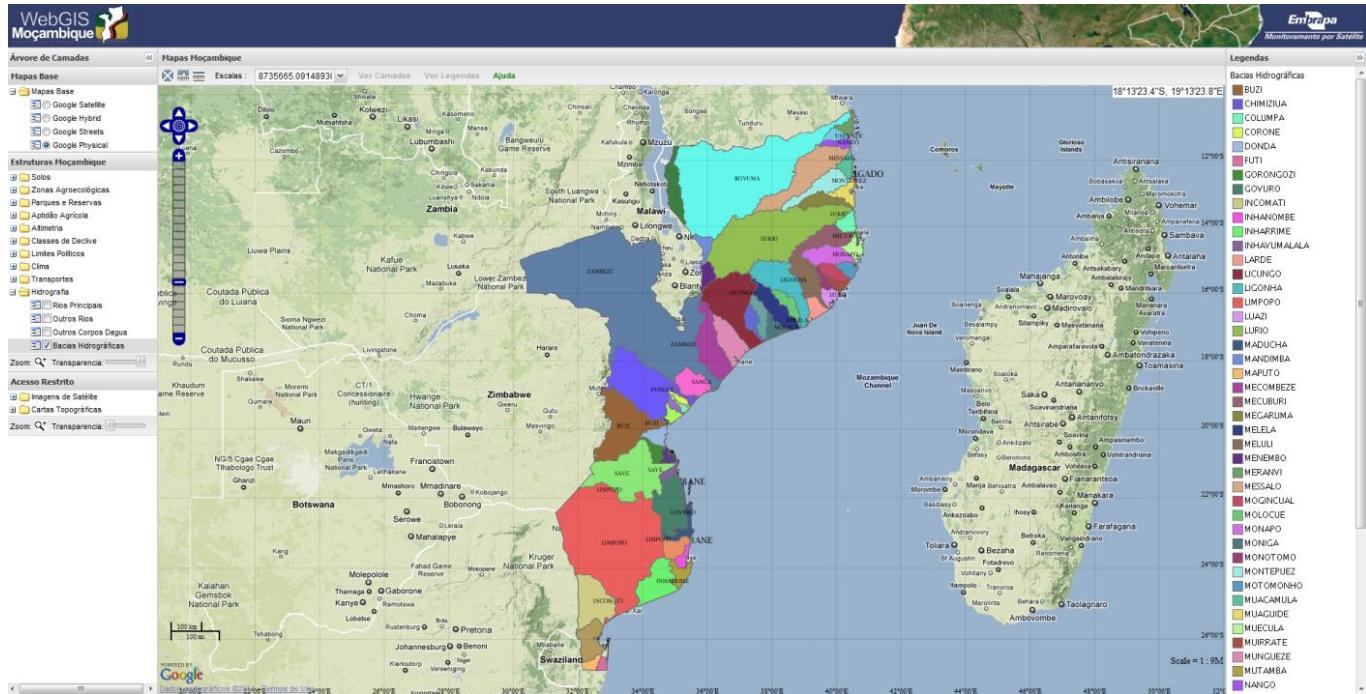


Figura 12. Bacias hidrográficas na interface do WebGIS Moçambique.

## Parques e reservas

Os recursos florestais e faunísticos de Moçambique são protegidas pela Lei nº 10/1999, de 7 de julho de 1999 (MOÇAMBIQUE, 1999), que conceitua zonas de proteção no Artigo nº 10. Entre as zonas de proteção, destacam-se os parques nacionais e as reservas nacionais.

Os parques nacionais são espaços delimitados que se destinam à preservação de ecossistemas naturais, em geral de grande beleza cênica e representativos do patrimônio nacional. Nessas áreas, são restritas a exploração florestal, agrícola, mineira ou pecuária, bem como atividades que provoquem poluição das águas ou que perturbem fauna e flora, segundo o Artigo nº 11 de Moçambique (1999). Já as reservas nacionais são espaços destinados à preservação de certas espécies de flora e fauna raras, endêmicas, ameaçadas ou em vias de extinção ou que denunciem declínio, e os ecossistemas frágeis, como dunas, zonas úmidas, mangais, corais. Segundo o Artigo nº 12 em Moçambique (1999), os recursos existentes nessas reservas podem ser utilizados, mediante licença, desde que não contradigam o objetivo para o qual foram criados.

Este plano de informações geográficas aborda as reservas especiais e parciais do território e seus parques nacionais (Figura 13), levantados e disponibilizados pelo Cenacarta (2010), contendo a Reserva Parcial de Caça do Niassa, Reserva Parcial de Caça do Gilé, Parque Nacional da Gorongosa, Parque Especial de Marromeu, Parque Nacional de Zinave, Parque Nacional de Bazaruto, Parque Nacional de Banhine, Reserva Parcial de Caça de Pomene e Reserva Especial de Maputo.

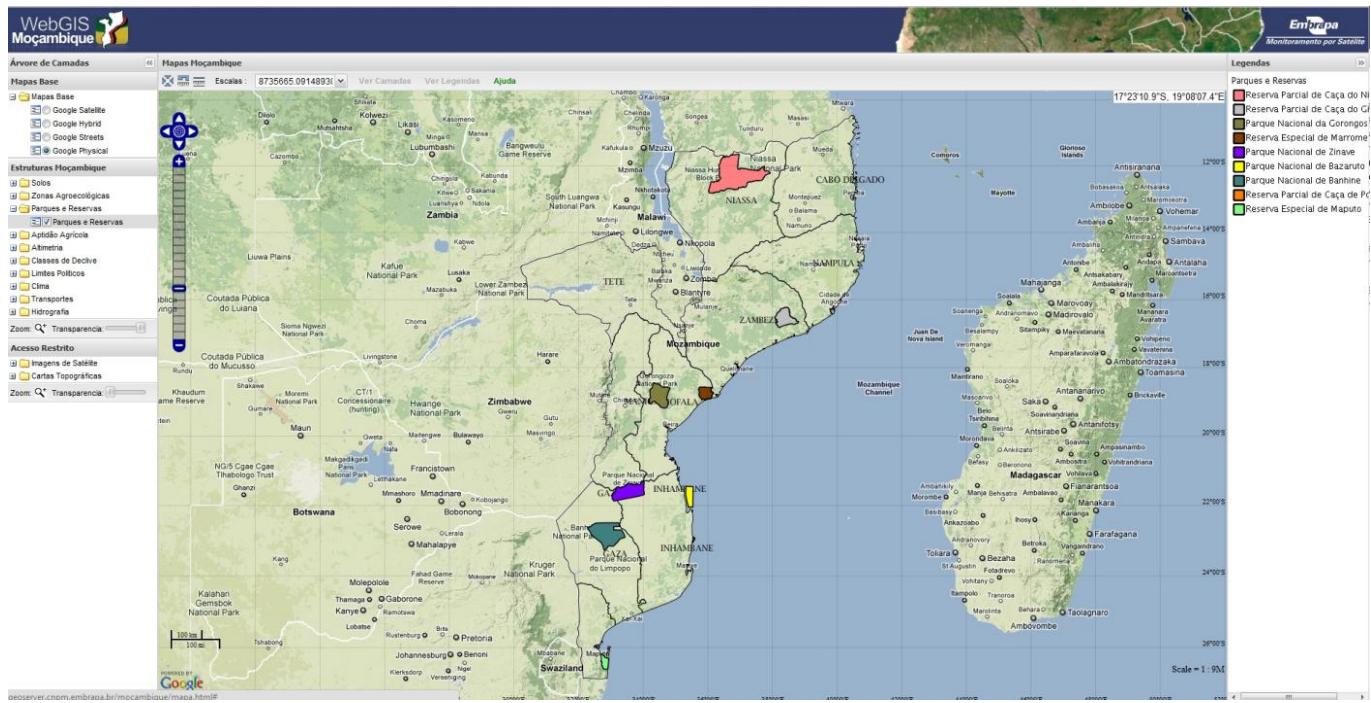


Figura 13. Parques e reservas na interface do WebGIS Moçambique.

## Altimetria

As curvas de nível foram obtidas por meio do processamento dos dados disponibilizados pelo SRTM (SRTM, 2010). Estabeleceu-se o sistema de referência WGS84 e geraram-se os arquivos na escala 1:250.000, com equidistância vertical de 100 m entre curvas. As classes de altimetria obtidas variaram de 0 m a 2.400 m em relação ao nível do mar (Figura 14).

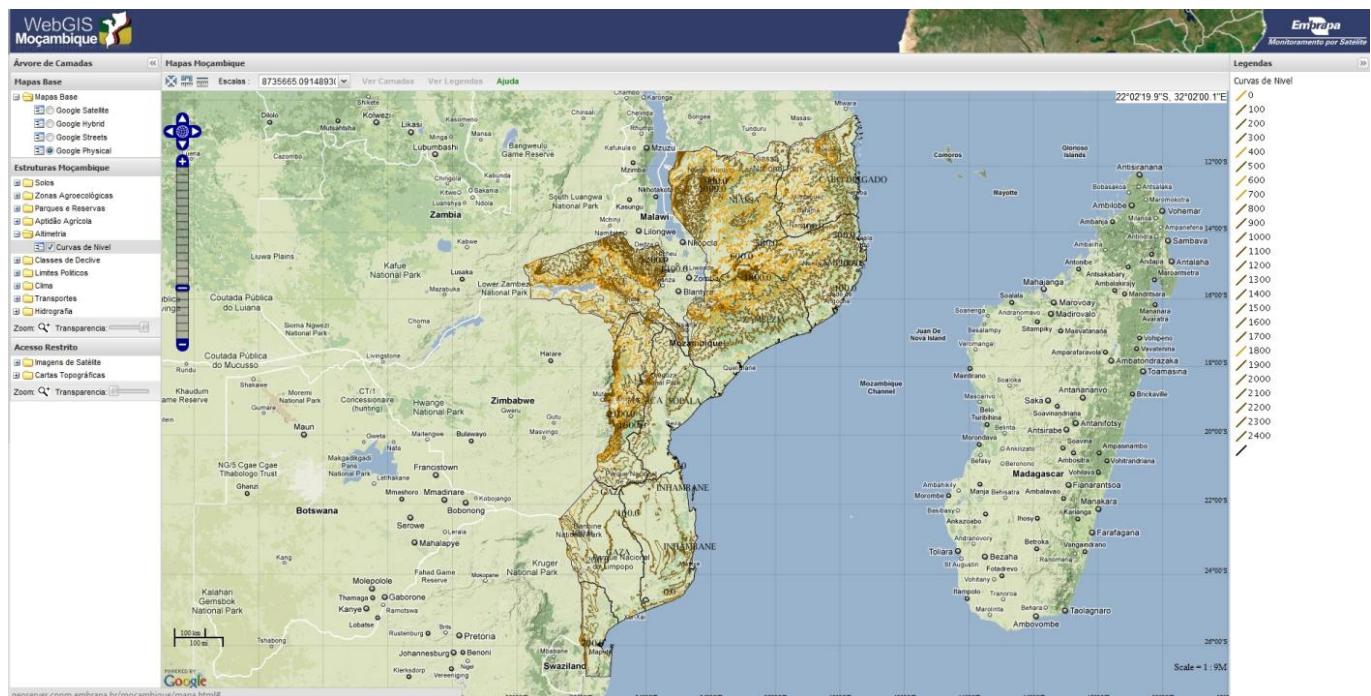
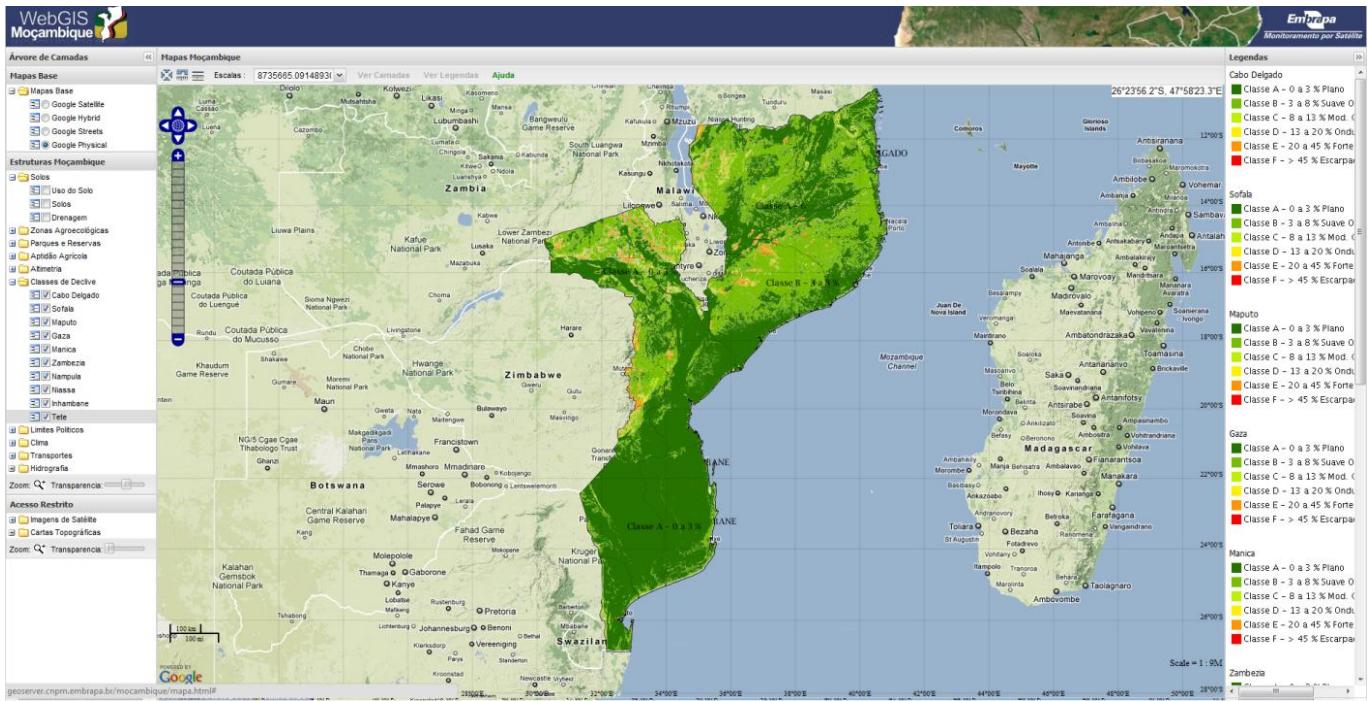


Figura 14. Altimetria na interface do WebGIS Moçambique.

## Classes de declividade

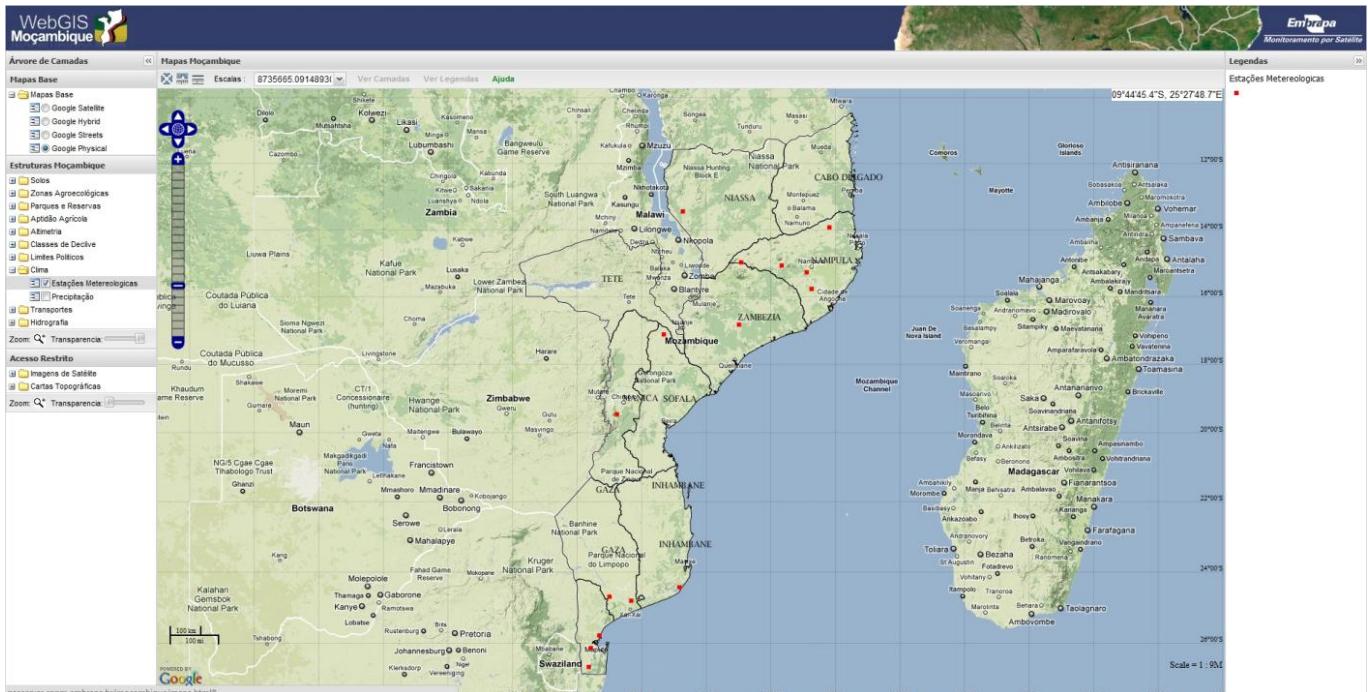
A partir do MDE do SRTM gerou-se o mapa de declividades, dividido em seis intervalos: Classe A - Plano (0-3%); Classe B - Suave ondulado (3-8%); Classe C - Moderadamente ondulado (8-13%); Classe D - Ondulado (13-20%); Classe E - Forte ondulado (20-45%) e Classe F - Montanhoso ou escarpado (acima de 45%). Os limites para cada uma das classes foram definidos de acordo com Embrapa (1999).



**Figura 15.** Classes de declividade na interface do WebGIS Moçambique.

## Estações meteorológicas

A localização geográfica de 15 estações meteorológicas do país que fazem parte da rede de estações do IIAM foi obtida usando o *shapefile* disponibilizado pelo IIAM em 1982 (Figura 16).



**Figura 16.** Estações meteorológicas na interface do WebGIS Mocambique.

## Precipitação

A precipitação média anual em Moçambique foi gerada a partir da carta de precipitação do Inam em 2001, na escala 1:250.000. As classes de intensidade de chuva estão divididas, originalmente nos atributos deste *shapefile* do Inam (2001), em oito intervalos representados em milímetros ao ano ( $\text{mm ano}^{-1}$ ), variando entre 162  $\text{mm ano}^{-1}$  e 2.130  $\text{mm ano}^{-1}$  (Figura 17).

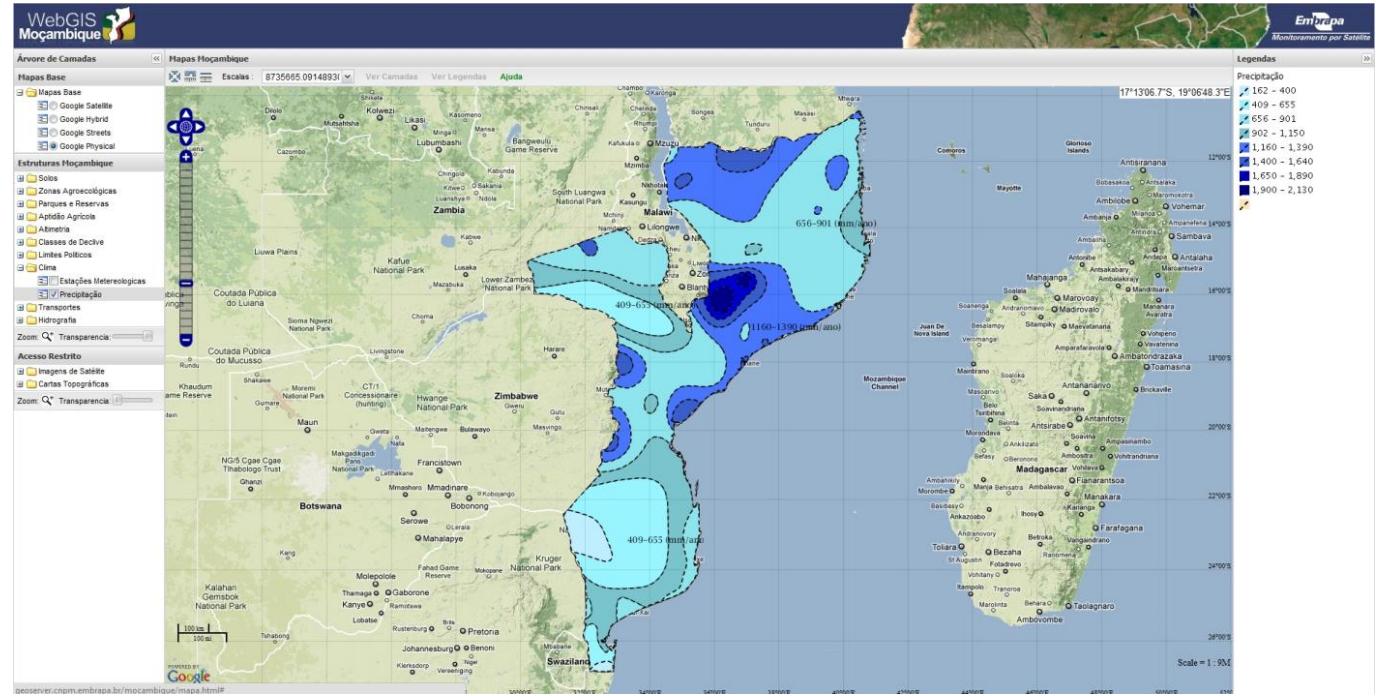


Figura 17. Precipitação média anual na interface do WebGIS Moçambique.

## Capacidade de drenagem dos solos

Este plano de informações demonstra as condições dos solos de Moçambique (Figura 18) em relação à sua capacidade de drenagem, e foi disponibilizado pelo IIAM (1994) na escala de 1:1.000.000. As classes demonstrando esta capacidade são boa, boa a excessiva, pouco excessiva, excessiva, moderada, moderada a boa, moderada a imperfeita, imperfeita, imperfeita a boa, imperfeita a moderada, má e muito má. Além disso, há representação de lagos, lagoas ou rios.

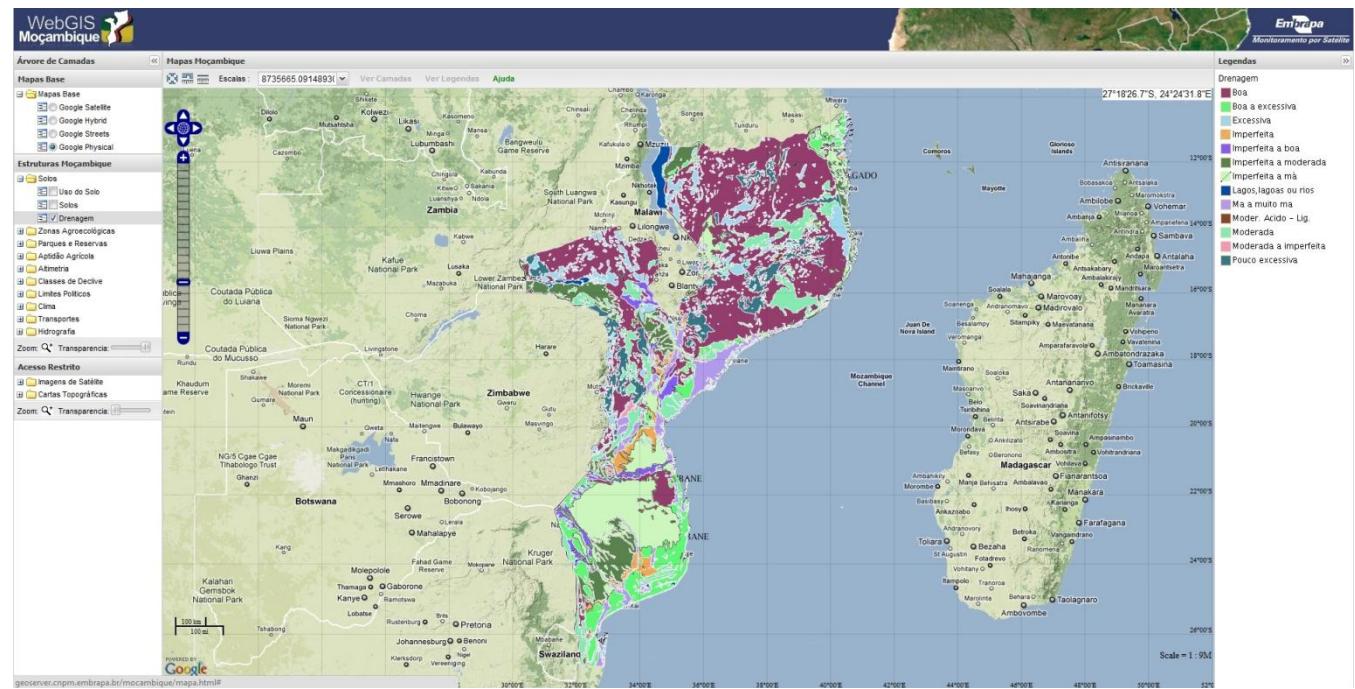


Figura 18. Capacidade de drenagem dos solos na interface do WebGIS Moçambique.

## Classificação dos solos

O plano de informações geográficas correspondente à classificação dos solos foi obtido a partir de mapeamentos realizados pelo IIAM (1994) na escala 1:1.000.000. A partir dessas informações, os solos de Moçambique foram classificados em 33 classes: Albic Arenosols, Albic e Cambic, Arenosols, Calcaric Cambis, Calcic Vertisol, Cambic arenosol, Chromic Cambiso, Chromic Luvisol, Eutric Cambisol, Eutric Fluvisol, Eutric Leptosol, Ferralic Arenos, Ferralsols, Ferric Lixisols, Gleyic Arenosol, Gleyic Phaeozem, Gleysols, Gleysols Fluvis, Haplic Acrisols, Haplic Lixisols, Hapllic Arenoso, Hapllic Chermoz, Hapllic Lixisol, Luvic Chernozem, Mollic Fluvisol, Mollic Leptosol, Mollic Soloncha, Rhodic Ferralso, Rhodic Haplusto, Rhodic Nitisol, Salic Fluvisols, Stagnic ou Hapl e Umbric Fluvisol (Figura 19).

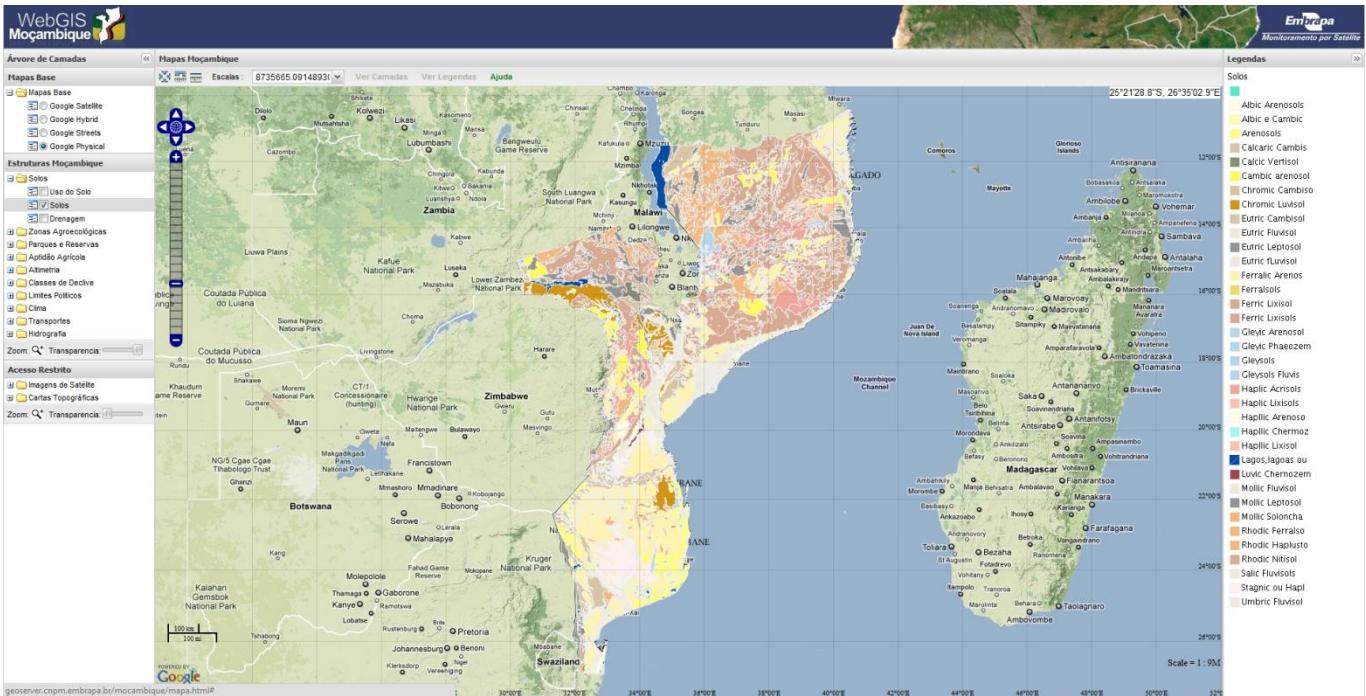


Figura 19. Classificação dos solos na interface do WebGIS Moçambique.

## Uso e cobertura das terras

O plano de informações de uso e cobertura das terras comprehende áreas cultivadas (sequeiro e áreas irrigadas “regadio”), além de áreas não cultivadas e aspectos relacionados com limitação edáfica e sem limitação edáfica (Figura 20). Este plano foi produzido na escala de 1:250.000 e disponibilizado pelo Cenacarta (CENACARTA, 2010). As classes de uso e cobertura da terra definidas pelo estudo foram: oceano, mangais (localmente degradados), margens de rio, moita (arbustos baixos), matagal médio, formação herbácea inundável, floresta de baixa altitude aberta, formação herbácea arborizada, solo sem vegetação, área habitacional não urbanizada, formação herbácea inundada, cultivado sequeiro, matagal aberto, formação herbácea degradada inundável, formação herbácea, área habitacional semiurbanizada, cultivado irrigado, zona de produção e transporte, floresta de baixa altitude fechada, lagos e lagoas.

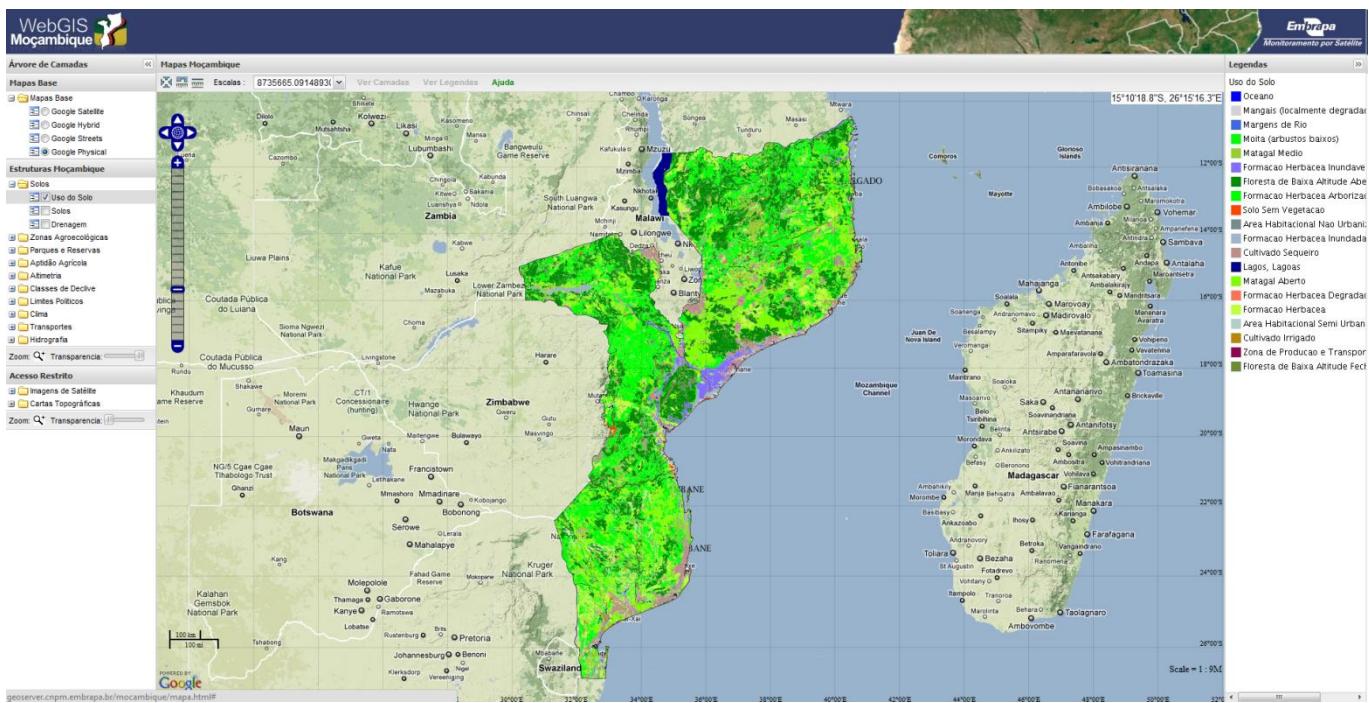


Figura 20. Uso e cobertura das terras na interface do WebGIS Moçambique.

## Zonas agroecológicas

Zonas agroecológicas são áreas de características naturais similares, que orientam estratégias para o desenvolvimento agropecuário de Moçambique (IIAM, 2006). Este plano de informações foi desenvolvido na escala 1:2.000.000. Estabelecidas em 1982 pelo IIAM, as zonas definidas foram: R1 - Semiárida Interior Sul; R2 - Semiárida do Litoral Sul; R3 - Árida do Interior Sul; R4 - Média Altitude do Centro; R5 - Litoral Centro; R6 - Seca Semiárida da Zambézia e Tete; R7 - Interior Norte e Centro; R8 - Litoral Norte; R9 - Interior Norte de Cabo Delgado e R10 - Alta Altitude (Figura 21).

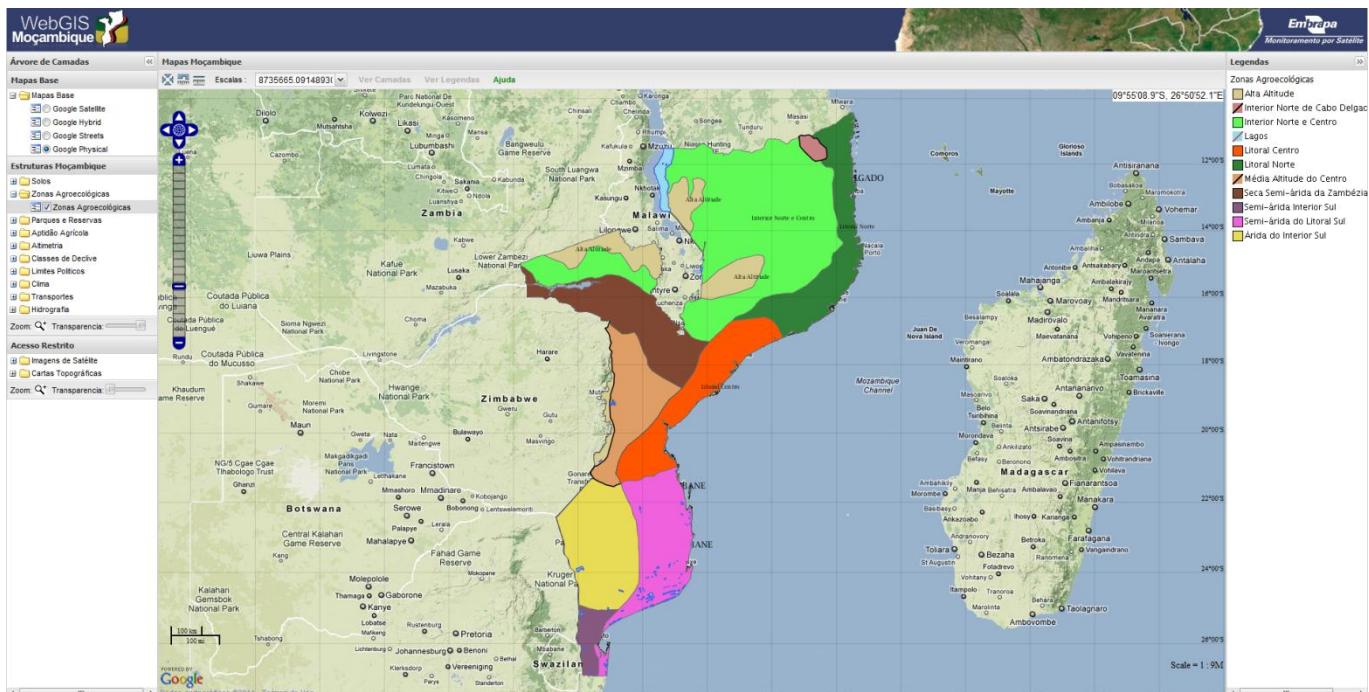


Figura 21. Zonas agroecológicas na interface do WebGIS Moçambique.

## Aptidão agrícola

Esta base cartográfica foi desenvolvida na escala de 1:2.000.000 e disponibilizada pelo IIAM (IIAM, 2006). As diferentes áreas foram divididas em: zonas aptas, marginalmente aptas, moderadamente aptas e não aptas ao cultivo de soja (Figura 22), milho (Figura 23), mandioca (Figura 24), arroz (Figura 25), amendoim (Figura 26) e algodão (Figura 27).

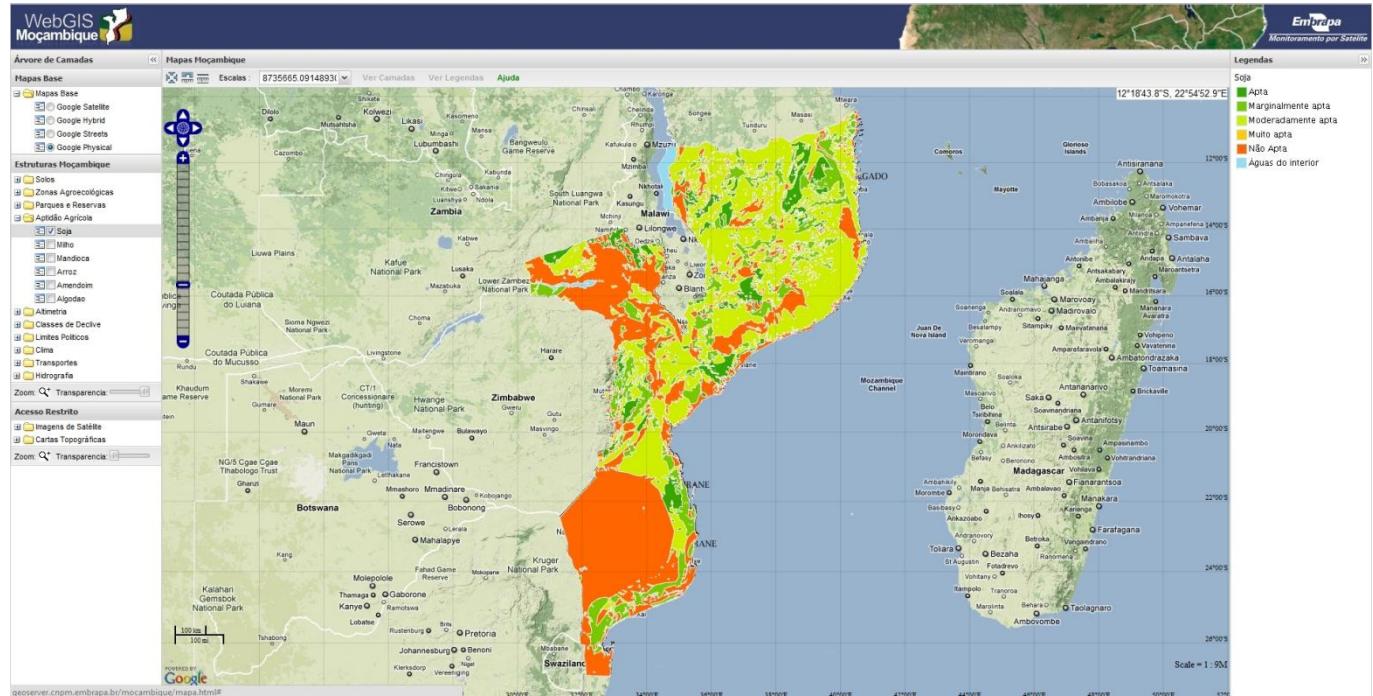


Figura 22. Aptidão agrícola para o cultivo soja na interface do WebGIS Moçambique.

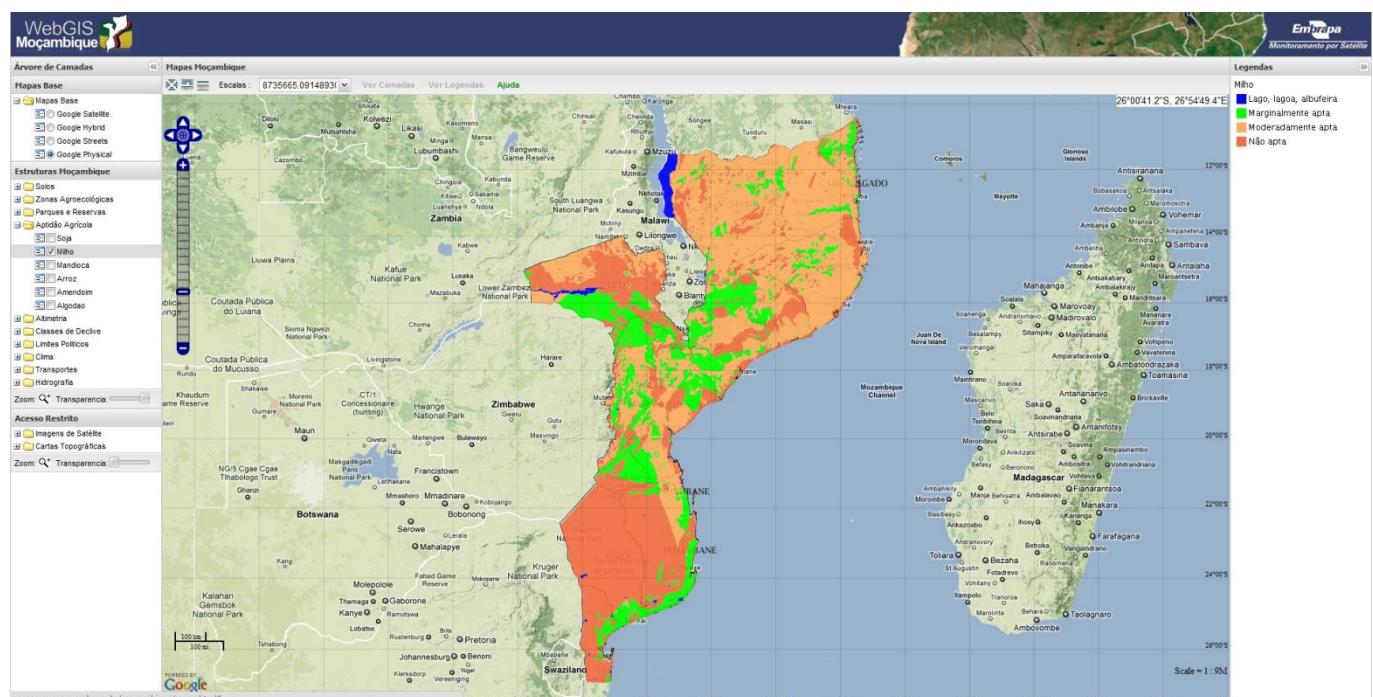


Figura 23. Aptidão agrícola para o cultivo milho na interface do WebGIS Moçambique.

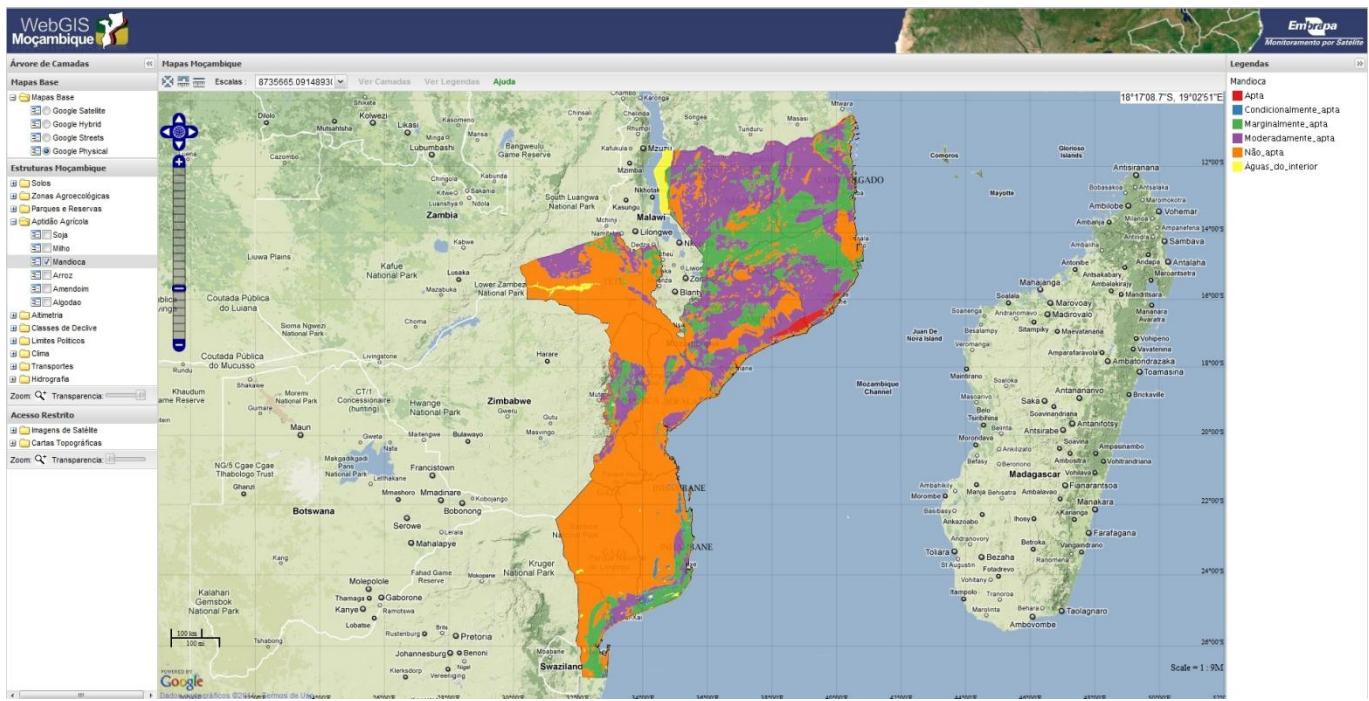


Figura 24. Aptidão agrícola para o cultivo da mandioca na interface do WebGIS Moçambique.

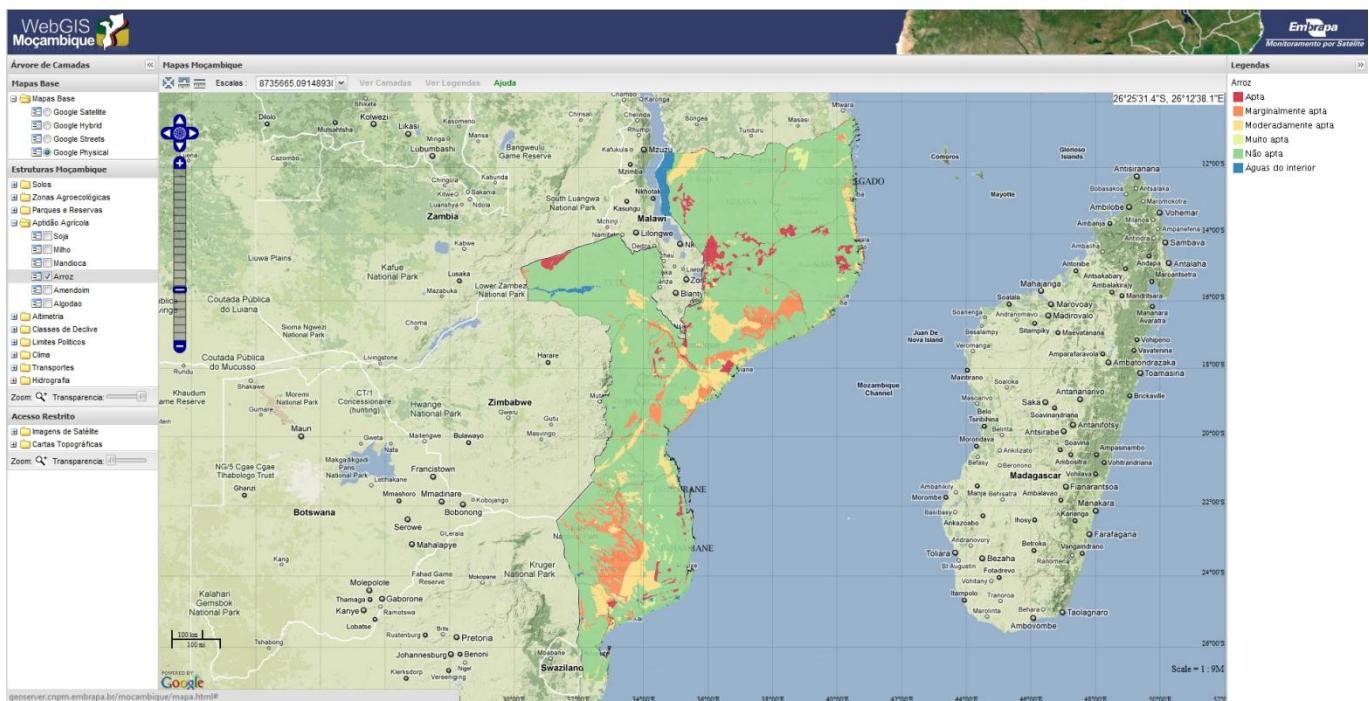


Figura 25. Aptidão agrícola para o cultivo arroz na interface do WebGIS Moçambique.

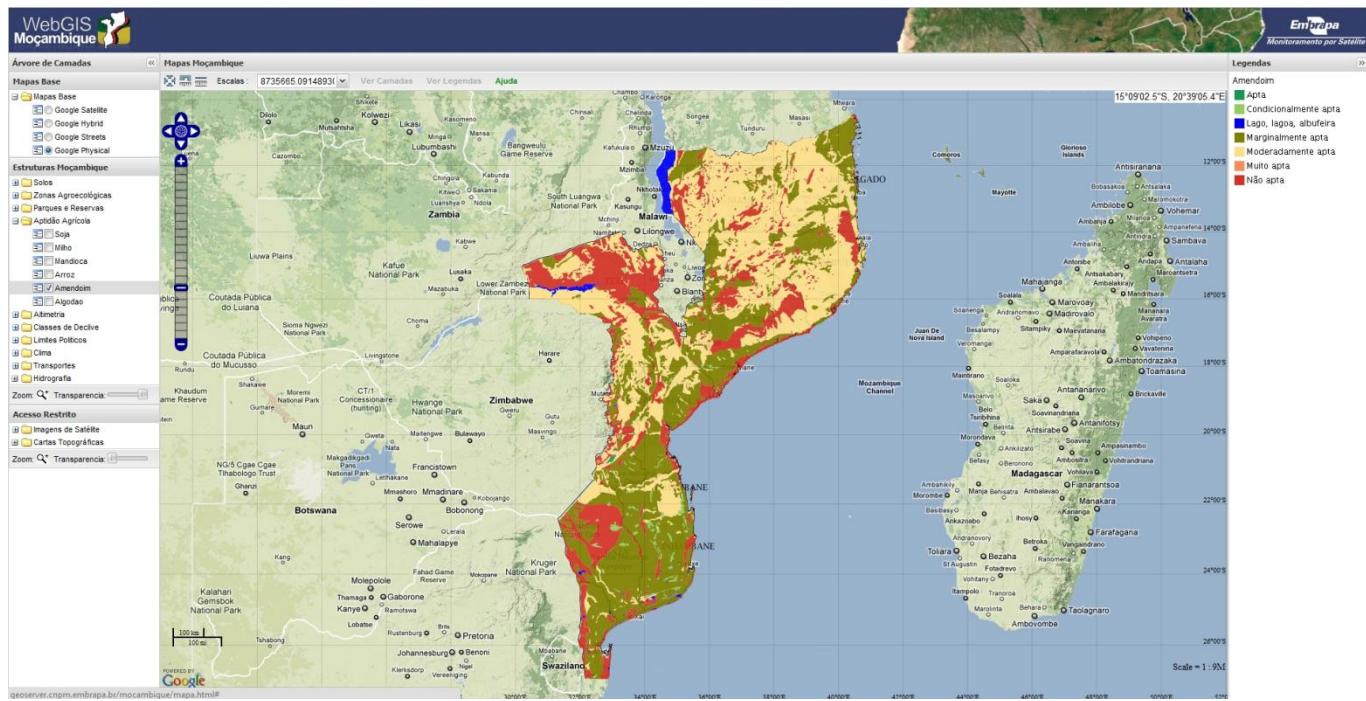


Figura 26. Aptidão agrícola para o cultivo amendoim na interface do WebGIS Moçambique.

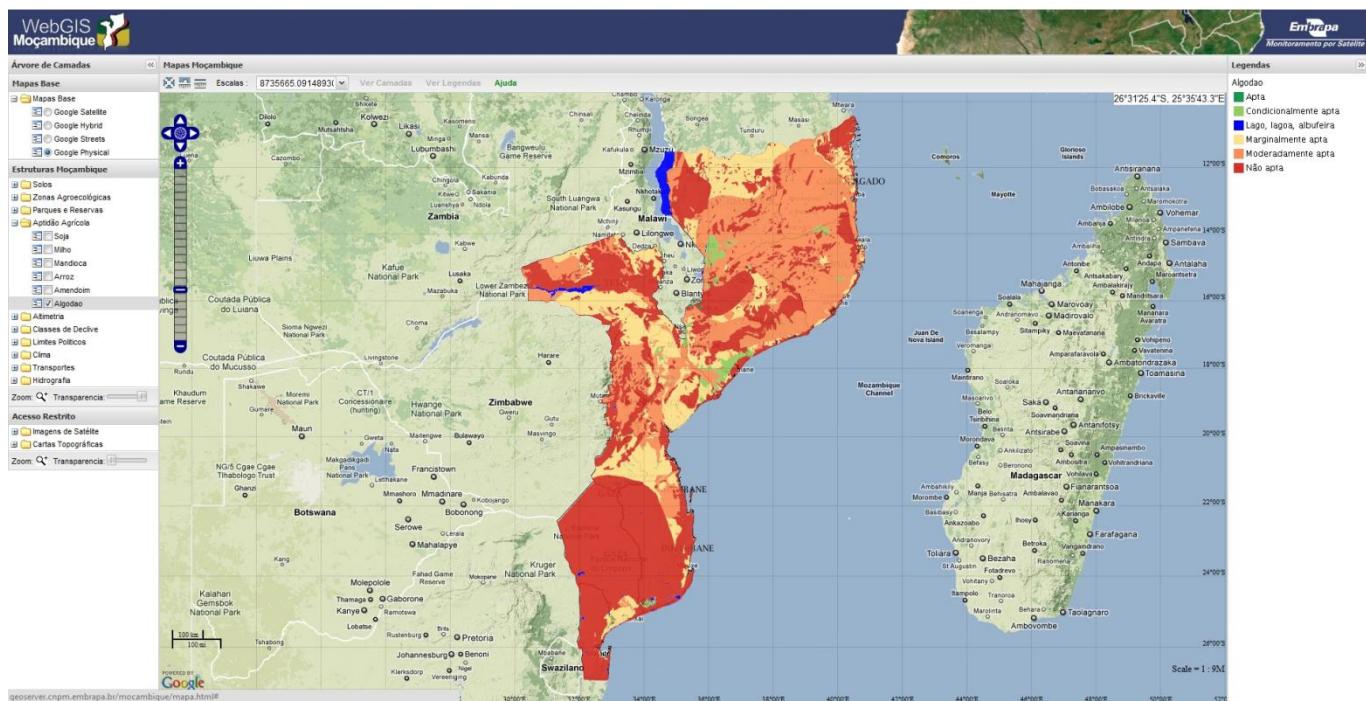


Figura 27. Aptidão agrícola para o cultivo algodão na interface do WebGIS Moçambique.

## Conclusões

A Cooperação Técnica de Apoio à Plataforma de Inovação Agrária de Moçambique (Plataforma Moçambique) no âmbito da Embrapa, IIAM e USAID permitiu a obtenção e geração de planos de informações geográficas oriundos de várias fontes e concebidos em distintas escalas e datas.

A Embrapa Monitoramento por Satélite, responsável pela ação de banco de dados geográficos para a gestão dos recursos naturais e para o desenvolvimento agrícola de Moçambique no contexto do “Fortalecimento de Capacidades Estratégicas Transversais: Gestão de Recursos Naturais para a Agricultura”, propôs como contribuição inicial a organização, publicação e disponibilização de todas as informações geoespaciais obtidas na forma de WebGIS.

Considerando-se as características técnicas dos planos de informações geográficas, dos parceiros do projeto e dos usuários, foi definido o desenvolvimento do WebGIS na plataforma *open source* GeoServer.

As ferramentas implementadas no WebGIS Moçambique permitiram gerar análises espacialmente explícitas em relação a relevo, solo, clima, aptidão agrícola e uso e cobertura das terras. Os dados obtidos e a forma publicada possibilitam uma visão geral e integrada do potencial agropecuário a partir de estudos locais (distritos) e mesorregionais (províncias, microbacias e zonas agroecológicas).

A elaboração da base de dados de recursos naturais em ambiente WebGIS pode suprir a necessidade de informações para a gestão dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável da agricultura em Moçambique.

## Referências

ARC2EARTH. **Download Arc2Earth**. 2006. Disponível em:

<<http://www.arc2earth.com/products/download/>>. Acesso em: 11 out. 2011.

ARCMAP. **ArcGIS Desktop 10 - Features Esri**. 2010. Disponível em:

<<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis10/index.html>>. Acesso em: 11 out. 2011.

BATISTELLA, M.; BOLFE, E. L. **Paralelos**: corredor de Nacala. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 80 p.

BATISTELLA, M. **Plano de gestão estratégica para a Embrapa Monitoramento por Satélite (2009 - 2011)**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 30 p. (Documentos, 81).

BOLFE, E. L.; BATISTELLA, M.; RONQUIM, C. C.; HOLLER, W. A.; MARTINHO, P. R. M.; MACIA, C.; MAFALACUSSER, 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/SELPER, 2011. p. 3995 – 4002.

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

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **WebGIS Moçambique**. Disponível em:

<<http://geoserver.cnpm.embrapa.br/mocambique/mapa.html>>. Acesso em: 21 out. 2011.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412 p.

ERDAS IMAGINE. **About us**. Disponível em: <<http://www.erdas.com/Homepage.aspx>>. Acesso em: 11 out. 2011.

IIAM. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. **Cartas de solos de Moçambique**. Moçambique, 1994. Escala 1:1.000.000.

IIAM. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique. **Estabelecimento de prioridades para a investigação agrária no sector público em Moçambique baseado nos dados do Trabalho de Inquérito Agrícola (TIA)**. 2006. Disponível em: <[http://www.aec.msu.edu/fs2/mozambique/iiam/rr\\_3p.pdf](http://www.aec.msu.edu/fs2/mozambique/iiam/rr_3p.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2011.

INAM. Instituto Nacional de Meteorologia. **Produtos & Serviços**. 2001. Disponível em: <<http://www.inam.gov.mz/>>. Acesso em: 5 abr. 2010.

MOÇAMBIQUE. Lei 10 de 1999 de 7 de julho de 1999. **Boletim da República**, n. 27, 12 jul. 1999. p. 126-139.

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

UDIG. **A GIS Framework for Eclipse**. 2011. Disponível em: <<http://udig.refractions.net/>>. Acesso em: 11 out. 2011.



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

