



PROJECTO DO DOCUMENTO REGIONAL DA SADC SOBRE A CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO FLORESTAL

**Projecto De Conservação Florestal E Gestão Sustentável Dos Recursos
Florestais Na África Austral**



© Estratégia da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral sobre Actividades Florestais, 2020-2023

É necessária autorização para reproduzir qualquer parte desta publicação. A autorização será livremente concedida a organizações de caris educacional ou sem fins lucrativos.

Para solicitar autorização ou qualquer outra informação sobre esta publicação, queira por favor contactar:

SADC Headquarters
Plot 54385
Central Business District
Private Bag 0095
Gaborone, BOTSWANA
Tel: +267 395 1863
Fax: +267 397 2848
Email: registry@sadc.int
Website: www.sadc.int

ISBN: 978-99968-910-2-1

A SADC tomou todas as precauções razoáveis para verificar as informações contidas nesta publicação.

AUTORES

Este manual do utilizador foi desenvolvido pela contribuição das pessoas abaixo indicadas:

Autor principal:

Nguyen Van Thanh (Perito GIS/RS, Projecto Florestal da SADC-JICA).

Autores que contribuíram:

Takashi Nanaumi (Líder de Peritos da JICA, Projecto Florestal SADC-JICA).

Mi Jin Liang (Perito da Base de Dados, Projecto Florestal SADC-JICA).

Sibonile Sibanda (Director, Gestor Geomatico, Hatfield Consultants).

ÍNDICE

AUTORES	1
QUADRO DAS FIGURAS	4
ABREVIATURAS	5
PREÂMBULOS	6
PARTE UM: VISÃO GERAL	7
1. Área Florestal	7
2. Mudanças Florestais	9
3. Volumes Florestais	10
4. Eco-Regiões	11
PARTE DOIS: ÁREA FLORESTAL (FDM BASEMAP)	12
1. Fontes de dados e método de pré-processamento	12
2. Método de classificação	13
3. Saídas	13
4. Análise da incerteza e precauções	13
PARTE TRÊS: ALTERAÇÕES FLORESTAIS	13
1. Fontes de dados	14
2. Metodologia	14
3. Saídas	14
4. Análise da incerteza e precauções	15
PARTE QUATRO: VOLUMES FLORESTAIS	16
1. Método de processamento	16
2. Análise de dados	16
3. Saída	16
4. Precauções	16
PARTE CINCO: SISTEMA REGIONAL DE INFORMAÇÃO FLORESTAL	17
1. Visão Geral	17
2. Fluxos de Trabalho	18
3. Interfaces	19
4. Relatório anual	19
5. Perspectivas Florestais	20
6. Próximos Mapas de Distribuição Florestal	21
SEXTA PARTE: DESAFIOS E DISCUSSÕES	22
1. Desafios e discussões para o funcionamento sustentável do sistema	22
2. Desafios e discussões para a incerteza dos resultados	22
PARTE SETE: ANEXOS	23
1. Mapa de Distribuição Florestal de todos os Estados Membros da SADC	23
2. Avaliação da Precisão do FDM 2015	39
3. Manual	41

TABELA DE FIGURAS

Figura 1. Cobertura florestal na SADC	6
Figura 2. A Cobertura Terrestre de África para o ano 2000 (pelo CCI da UE)	7
Figura 3. Relação entre as subcategorias floresta/nãoflorestal da FAO e FDM 2015	8
Figura 4. Árvore de decisão de classificação concebida para a geração de mapa de base da SADC	9
Figura 5. Mapa das eco-regiões para a África Austral	11
Figura 6. Concepção do conceito do RFIS 17 da SADC	12
Figura 7. Visualizando Algoritmos de Tendência de Terra da Série Temporal	18
Figura 8. Versão de demonstração do RFIS	19
Figura 9. Uma saída da função de Mudanças Anuais dentro do RFIS	20
Figura 10. Exemplo de interface da função Outlook no RFIS	21
Figura 11. Mapa de Distribuição Florestal de Angola para 2015	23
Figura 12. Mapa de Distribuição Florestal do Botsuana para 2015	24
Figura 13. Mapa de Distribuição Florestal de Comores para 2015	25
Figura 14. Mapa de Distribuição Florestal da República Democrática do Congo para 2015	26
Figura 15. Mapa de Distribuição Florestal de Eswatini para 2015	27
Figura 16. Mapa de Distribuição Florestal do Lesoto para 2015	28
Figura 17. Mapa de Distribuição Florestal de Madagáscar para 2015	29
Figura 18. Mapa de Distribuição Florestal das Maurícias para 2015	30
Figura 19. Mapa de Distribuição Florestal de Malawi para 2015	31
Figura 20. Mapa de Distribuição Florestal de Moçambique para 2015	32
Figura 21. Mapa de Distribuição Florestal de Namíbia para 2015	33
Figura 22. Mapa de Distribuição Florestal de Seicheles para 2015	34
Figura 23. Mapa de Distribuição Florestal de África do Sul para 2015	35
Figura 24. Mapa de Distribuição Florestal de Tanzânia para 2015	36
Figura 25. Mapa de Distribuição Florestal de Zâmbia para 2015	37
Figura 26. Mapa de Distribuição Florestal de Zimbabué para 2015	38

ABREVIATURAS

AFOLU	Agricultura, silvicultura e outros usos da terra
AGB	Biomassa Acima do Solo
DEM	Modelos de Elevação Digital
RDC	República Democrática do Congo
EC	Comissão Europeia
EWG	Grupo de Trabalho de Peritos
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FDM	Mapa de Distribuição Florestal
FRA	Avaliação dos Recursos Florestais
GIS	Sistema de Informação Geográfica
GLC2000	Cobertura Global da Terra (2000)
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas
JICA	Agência de Cooperação Internacional do Japão
JRC	Centro Centro de Investigação Conjunto
LCLU	Cobertura e Uso da Terra
NASA	Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço
NDVI	Índice de Vegetação de Diferença Normalizada
NIR	Próximo de Infravermelho
RFIS	Sistema Regional de Informação Florestal
SADC	Comunidade de Desenvolvimento da África Austral
SRTM	Missão de Topografia de Serviço de Transporte de Radar
SVM	Máquina Vectorial de Apoio
TOA	Parte superior da atmosfera (Reflecção)

PREÂMBULOS

Este material faz parte de uma série do Projecto da SADC-JICA para a Conservação Florestal e Gestão Sustentável dos Recursos Florestais na África Austral. Os objectivos deste material são a visualização de entradas, metodologias de processamento e saídas do Sistema Regional de Informação Florestal da SADC.

A região da África Austral tem um rico património natural de importância global para o clima e diversidade biológica do mundo, que pode contribuir para um papel crítico nas alterações climáticas globais. Os recursos florestais têm contribuído para o bem-estar de muitas comunidades na região da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC). É amplamente reconhecido que existem fortes ligações entre a silvicultura local, a biodiversidade e a redução da pobreza. Uma gestão florestal eficaz encoraja a utilização dos recursos florestais de uma forma que apoia a redução da pobreza a longo prazo e a protecção da biodiversidade. A gestão eficaz dos recursos florestais em toda a região da SADC requer coordenação na utilização e melhoramento a longo prazo dos recursos florestais.

Trabalhando em parceria, a JICA e a Comunidade de Desenvolvimento da África Austral, com o apoio financeiro do Governo do Japão, o Projecto Florestal da SADC-JICA desenvolveu este Sistema Regional de Informação Florestal (RFIS) para ajudar os Estados Membros da SADC a fornecer informações sobre mudanças dos recursos florestais, apoiando os seus governos na concepção de melhor desenvolvimento, planos e políticas de gestão.

PARTE UM: VISÃO GERAL

O Sistema de Informação Regional da SADC consiste em 4 componentes principais. Estes componentes estão ligados entre si para cálculos, processamento e geração de informação sobre os resultados. Cada um dos componentes será explicado em pormenor como a seguir se explica.

• Área Florestal

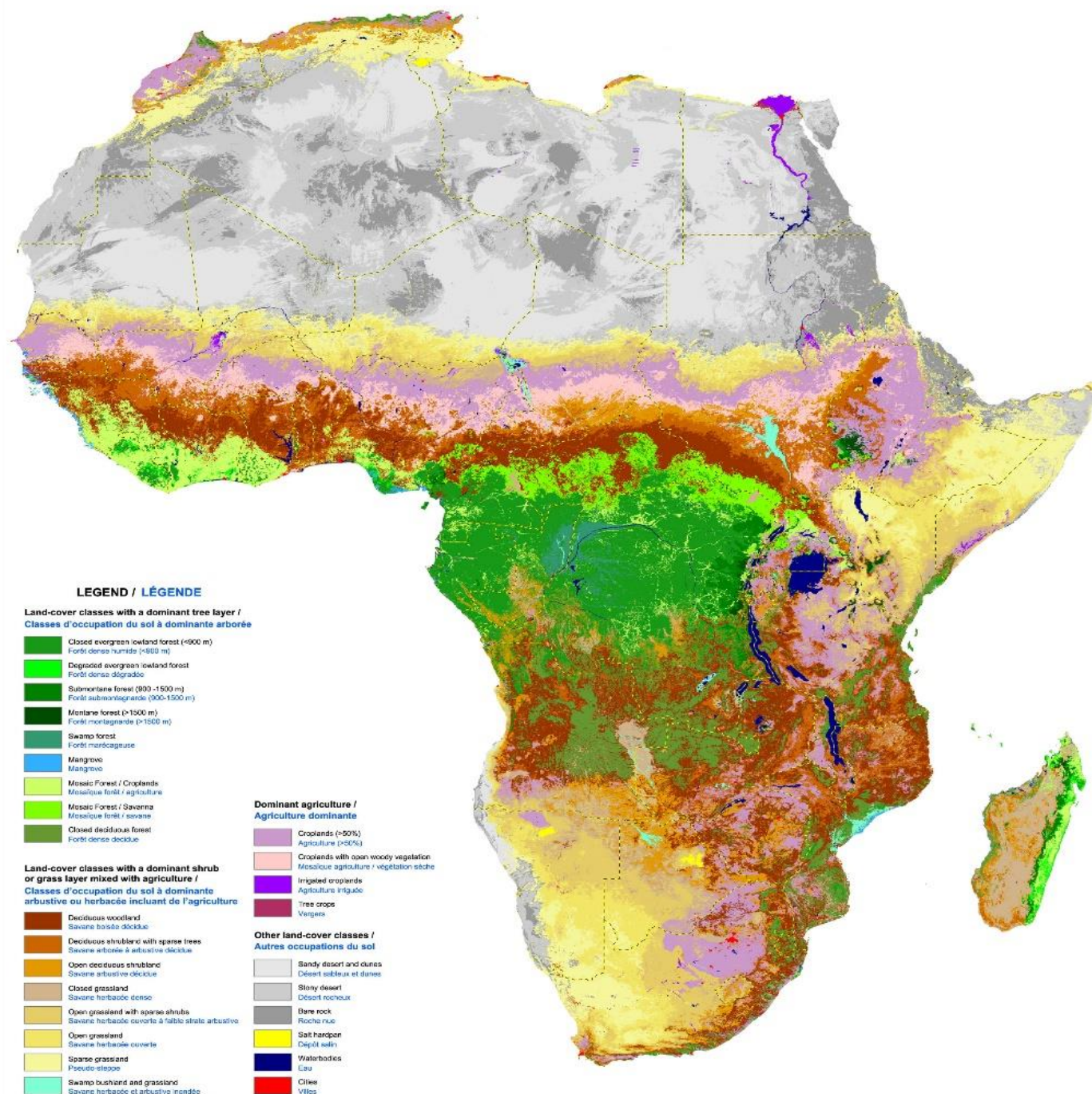
O Mapa de Distribuição Florestal no ano de 2015 (FDM 2015) para os 16 Estados Membros da SADC foi desenvolvido através da classificação das imagens de satélite (sensores Landsat 8 e Sentinel 2).

As definições de floresta e não floresta neste sistema estão em conformidade com a definição da FAO (Nações Unidas, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) que diz que a área florestal é “terra com mais de 0,5 hectares com árvores de mais de 5 metros e uma cobertura florestal de mais de 10%, ou árvores capazes de atingir estes limiares no local” (Termos e Definições do FRA 2015, FAO). Os tipos de floresta (tipos de cobertura terrestre) definidos neste RFIS estão de acordo com o Mapa Global de Cobertura da Terra 2000 (GLC2000) do Centro Comum de Investigação (CCI) da Comissão Europeia (CE) e apenas para efeitos de referência.



Figura 1. Cobertura florestal na SADC

The Land Cover of Africa for the Year 2000



Contributors

P. Mayaux*, E. Bartholomé*, A. Cabral, M. Cherlet, P. Defourny, A. Di Gregorio, O. Diallo, M. Massart*, A. Nogueira*, J.-F. Pekelt, C. Pretorius*, C. Vancutsem, M. Vasconcelos*

* Global Vegetation Monitoring Unit, Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre of the European Commission, Italy
† Instituto de Investigação Científica Tropical (Lisboa, Portugal)
‡ Centre Régional AGRHYMET (Niamey, Niger)
§ United Nations Food and Agriculture Organisation (Rome, Italy)
¶ Université Catholique de Louvain (Louvain-la-Neuve, Belgium)
‡ Centre de Suivi Ecologique (Dakar, Senegal)
* Council for Scientific and Industrial Research (Pretoria, South Africa)

Map Information

Land cover classification produced with data acquired in 2000 from the VEGETATION instrument onboard the SPOT4 satellite, with additional data from the radar instruments onboard the ERS and the JERS satellites.

La classification de l'occupation du sol a été obtenue par analyse des données de l'instrument VEGETATION à bord du satellite SPOT4 acquises en l'an 2000, avec des données complémentaires des instruments radar des satellites ERS et JERS.

Approximate Scale : 1:10,000,000

Contact Details

Map Coordination and Production
Philippe MAYAUX
Global Vegetation Monitoring Unit,
Joint Research Centre,
Ispra, 21020, Italy
email : philippe.mayaux@jrc.it
fax : +39-0332-789960

Digital datasets can be downloaded from : <http://www.gvm.jrc.it/glc2000>
Developed as part of the Global Land Cover 2000 project, coordinated by the Global Vegetation Monitoring Unit of the European Commission Joint Research Centre
© European Commission, July 2003

Figura 2. A Cobertura Terrestre de África para o ano 2000 (pelo CCI da UE)

Os dados de imagens de satélite classificados em primeiro lugar como categorias florestais e não florestais acima mencionou a definição de floresta da FAO.

A fim de quantificar em pormenor a área e o volume para cada estado membro ou eco-região, foi realizada uma discussão entre o Projecto Florestal da SADC-JICA e o seu Grupo de Trabalho de Peritos (EWG) sobre as sub-categorias

de classificação florestal/não florestal. Os resultados da discussão mostram que as sub-categorias (tipos de uso da terra) devem estar de acordo com a GLC 2000 da UE e, para a plantação, devem ser acrescentadas à lista de legendas da GLC 2000 como sub-categoria adicional. Com base no acordo alcançado na discussão, foram aplicados os seguintes tipos de uso da terra para RFIS.

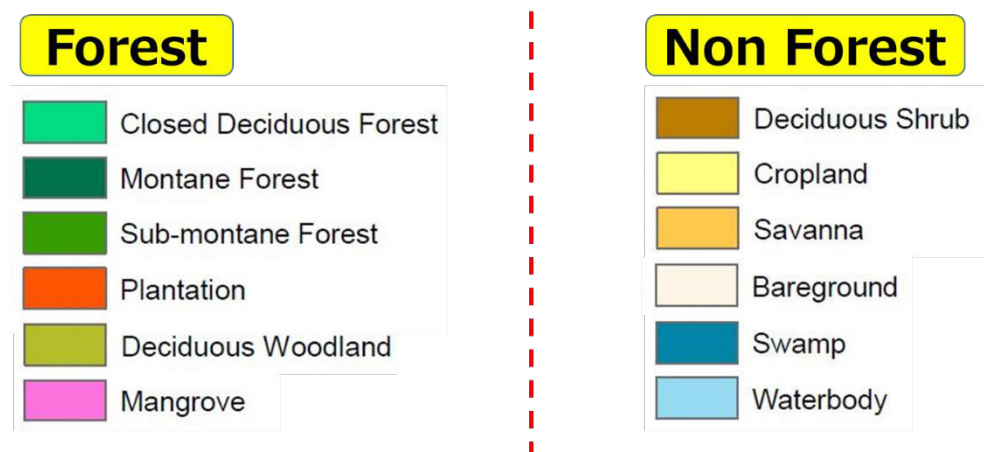


Figura 3. Relação entre as subcategorias florestal/não florestal da FAO e FDM 2015

Para classificar com os tipos de uso da terra acima mencionados, foi aplicada a seguinte árvore de decisão de classificação, com a fonte dos índices NDVI, NIR e banda vermelha dos dados de imagem de satélite e modelo de elevação acima mencionados da Missão de Topografia de Radar da NASA (SRTM).

Como resultado, a área de cada tipo de cobertura terrestre para cada estado-membro será calculada com base no MDL 2015 a ser utilizado como o mapa de base para monitorizar as alterações florestais nos anos após 2015.

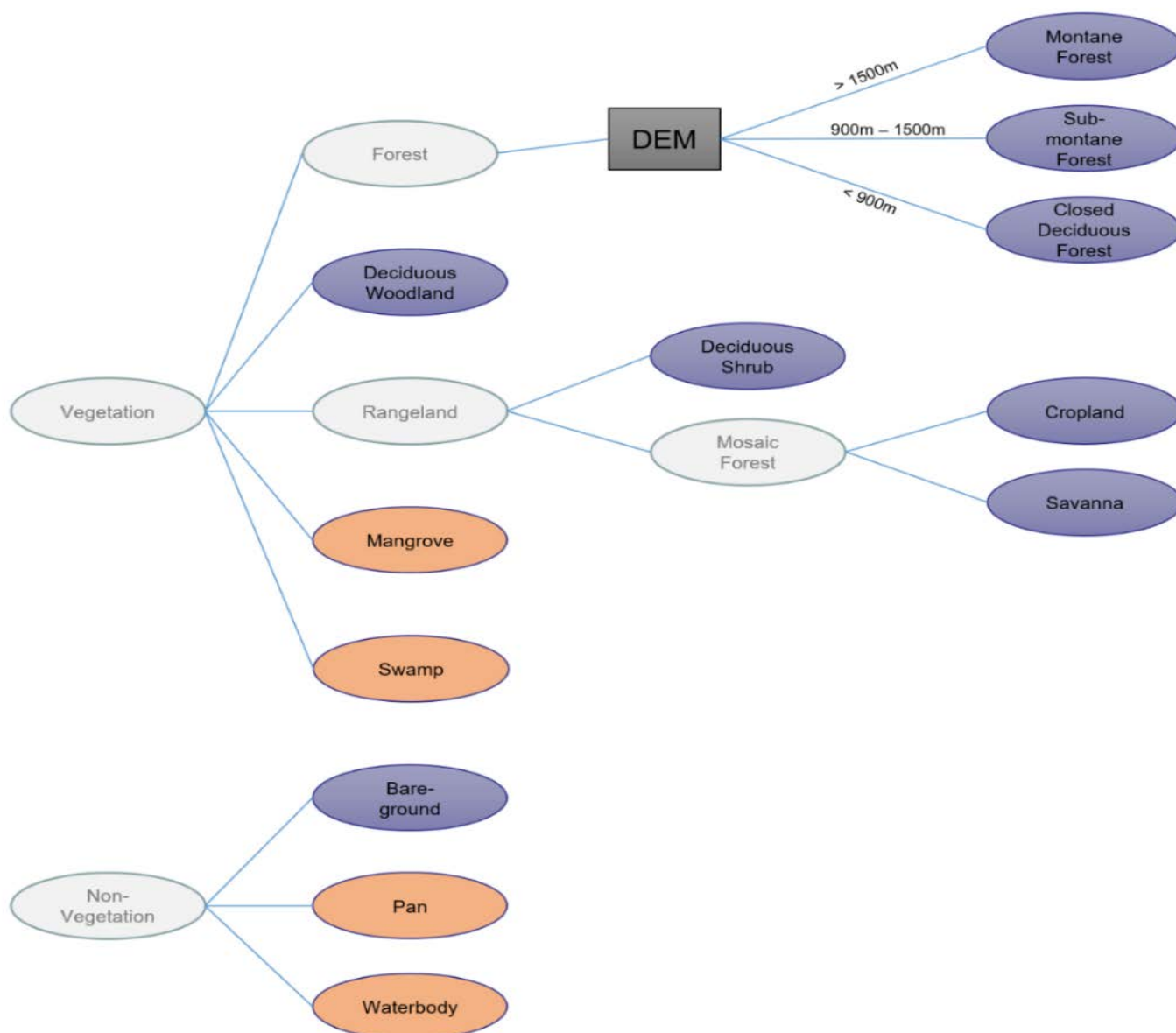


Figura 4. Árvore de decisão de classificação concebida para a geração dos mapas de base da SADC

O FDM 2015 dos Estados Membros da SADC são ilustrados na PARTE SETE: ANEXOS.

2. Mudanças Florestais

O termo de alterações florestais neste material significa a (1) perda de determinada área na área florestal, significa as alterações de terra florestada para não florestada e (2) ganho de determinada área não florestada num determinado ano torna-se área florestada após um determinado período de tempo.

As alterações na área florestal são inteiramente calculadas com base no mapa de base (FDM 2015), utilizando a metodologia das séries temporais com Landsat-8 como fonte de dados.

Os resultados da área alterada estão no formato de tabela e a figura da área (em hectares) e a figura dos volumes (em metros cúbicos) são calculadas a partir destes resultados da tabela.

A fim de fornecer mais pormenores sobre as mudanças em cada tipo de floresta como referência, há 4 tipos de floresta a ter em conta para o cálculo das mudanças florestais, estes são (1) Floresta Fechada Decídua; (2) Floresta Montana; (3) Floresta Sub-montana e (4) Floresta Decídua. Uma vez que as plantações são normalmente alteradas pelo padrão de colheita e depois replantada, este tipo de floresta não é tido em conta. Além disso, as florestas de mangue não são consideradas cálculo da biomassa da conta no IPCC (consultar 3. Volumes florestais abaixo para mais informações), pelo que este tipo de manguezal florestal também não é considerado.

3. Volumes Florestais

Os volumes florestais são calculados pela média da multiplicação da área florestal (em hectare) de cada tipo de floresta com o volume médio por hectare do tipo correspondente.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) forneceu uma orientação detalhada (Orientações do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa(1)) com tabelas de volumes florestais detalhados para cada eco-região em todo o mundo. Esta directriz foi refinada pelo “ Refinamento das Directrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa”(2) que também refinou para ser mais preciso o volume florestal de cada eco-região em todo o mundo. As eco-regiões e os seus volumes para os Estados Membros da SADC podem ser encontrados neste material(3).

Há também 6 tipos de cobertura terrestre que reconhecem como área florestal (ver Figura 3. Relação entre as subcategorias florestais/não florestais da FAO e FDM 2015 das quais as plantações e os mangais não serão

considerados no cálculo do volume, os restantes tipos florestais com volume e alterações a calcular, incluindo (1) Floresta Decídua Fechada; (2) Floresta Montana; (3) Floresta Sub-montana (4) Floresta Decídua.

De acordo com a “ Avaliação Global dos Recursos Florestais 2000” da FAO(4), a relação entre a biomassa acima da terra por área e o volume de madeira por área para África pelo método abaixo é de cerca de 0,66.

(1) Fonte: <https://www.ipcc.ch/report/2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

(2) Fonte <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

(3) Consulte o Quadro 4.12, Capítulo 4, Volume 4 (AFOLU), Refinamento de 2019 às Directrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa

(4) Consulte o Capítulo 2, Quadro 2-3. Volume florestal e biomassa acima da terra, por região.

Table 2-3. Forest volume and above-ground biomass by region

Region	Forest area	Volume		Biomass	
		by area	total	by area	total
	million ha	m ³ ha	Gm ³	t/ha	Gt
Africa	650	72	46	109	71

Rácio entre Volume e Biomassa = $72/109 = 0,66055$

Com base nas fontes acima referidas, o quadro seguinte mostra a média da biomassa acima da terra (AGB) e o volume de madeira das 11 eco-regiões para todos os Estados Membros da SADC.

Número	Tipo de floresta	AGB (t/ha)	Volume de madeira (m ³ /ha)
1	Floresta tropical	212,9	140,51
2	Sistemas de montanha tropical	190,0	125,40
3	Floresta tropical húmida decidual	127,4	84,08
4	Floresta tropical seca	69,6	45,94
5	Floresta seca subtropical	65,2	43,03
6	Florestas subtropicais húmidas	54,1	35,71
7	Estepe subtropical	50,5	33,33
8	Arbustos tropicais	48,4	31,94
9	Sistemas subtropicais de montanha	35,1	23,17
10	Água	-	-
11	Deserto tropical	-	-

4. Eco-Regiões

Os Estados Membros da SADC estão divididos em 11 eco-regiões, duas das quais estão sem biomassa (água e deserto tropical). O RFIS foi concebido para calcular mapas de base, alterações florestais, área florestal, volumes florestais e perspectivas florestais com base no nome da região.

A maioria das eco-regiões que se espalham por mais do que um Estado membro. Neste caso, a eco-região será dividida com base nos limites do estado, pelo que os utilizadores são fáceis de ver as eco-regiões que cobrem um estado membro específico.

A figura abaixo mostra o mapa das eco-regiões que cobrem todos os Estados Membros da SADC.

SADC ECOREGIONS MAP

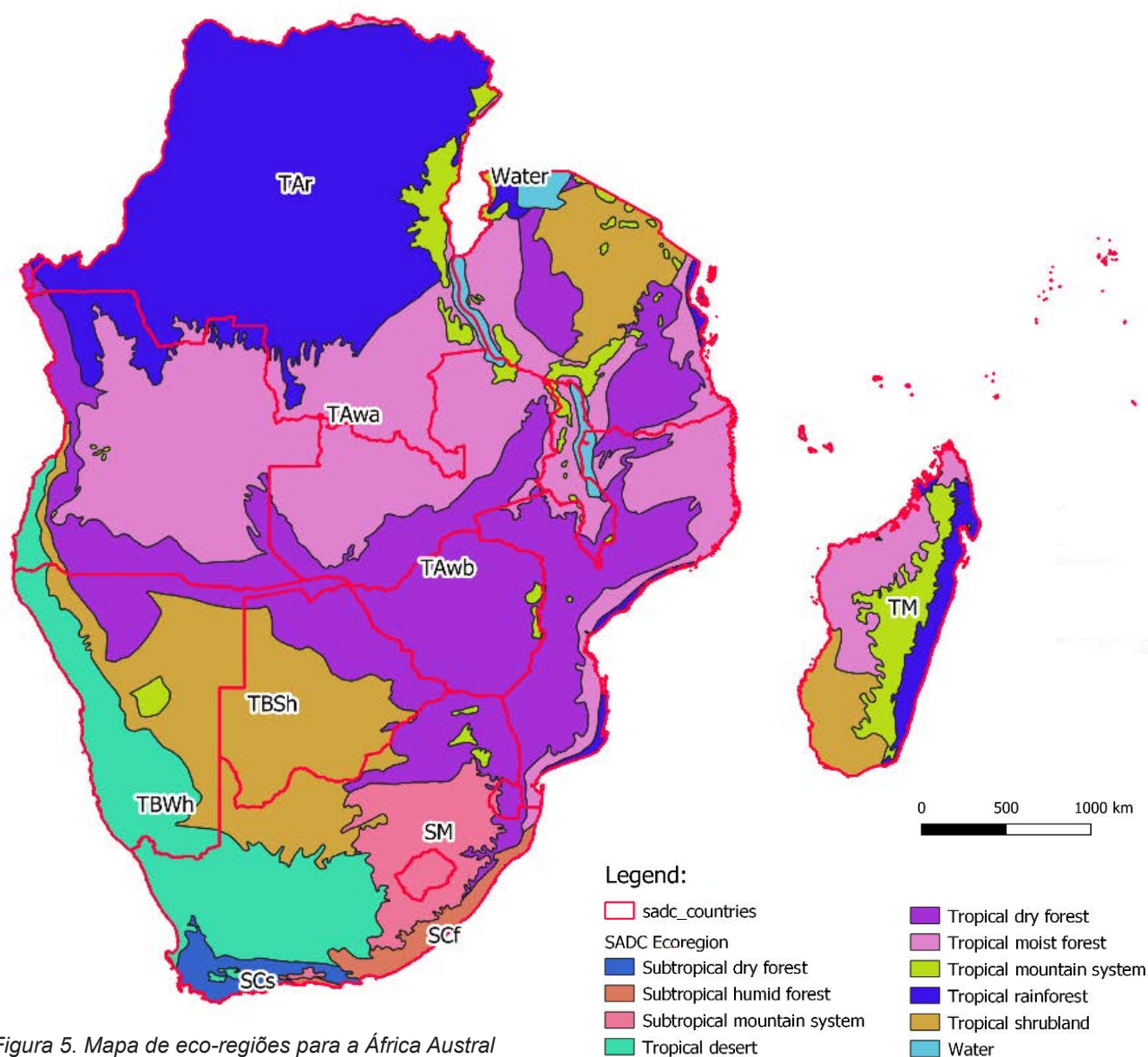


Figura 5. Mapa de eco-regiões para a África Austral

PARTE DOIS: ÁREA FLORESTAL (MAPA DE BASE FDM)

As seguintes informações para mostrar as fontes de dados, método de processamento, método de classificação e resultados do mapa de base do FDM 2015 para os Estados Membros da SADC:

1. Fontes de dados e método de pré-processamento

O mapa de base gerado para cada país a partir de sensores de satélite inferiores:

Número	Nome do país	Sensor de satélite
1	Angola	Landsat-8 + SRTM
2	Botswana	
3	República Democrática do Congo	
4	Eswatini	
5	Lesoto	
6	Madagascar	
7	Malawi	
8	Moçambique	

Number	Country Name	Satellite Sensor
9	Namíbia	Landsat-8 + SRTM
10	África do Sul	
11	Tanzânia	
12	Zâmbia	
13	Zimbabué	
14	Comoros	Sentinel-2 + SRTM
15	Maurícia	
16	Seicheles	

No que diz respeito ao tempo, todas as imagens que captam a superfície dos países abrangidos no ano de 2015 foram processadas. Para vários países cujos dados de 2015 não são suficientes após o máscara de nuvens, foi aplicada uma extensão de temporal até Junho de 2016.

As seguintes etapas de pré-processamento das fontes de dados foram aplicadas:

- Aquisição de todas as cenas de imagem dentro do período temporal específico;
- Máscara de nuvem e sombra de nuvem;
- Correção do terreno e da atmosfera;
- Normalização da fenologia;
- Mosaico de todas as imagens numa única imagem por país;
- Clipe para obter uma imagem em mosaico dentro dos limites do país.
- Avaliação da qualidade da imagem de resultados da reunião do EWG.
- Reamostragem para o vizinho mais próximo
- Correção de imagem de nível 1 aceite
- Equilíbrio de cor/histograma estendido a toda a imagem

2. Método de classificação

Basicamente, foi aplicada uma classificação supervisionada semi-automatizada com interpretação visual e dados de referência como fonte de formação, com as seguintes aplicações:

- Interpretação visual.
- Algoritmo semiautomático.
- Abordagem por árvore de decisão.
- Classificação feita por cena (517 cenas landsat-8, 3 cenas sentinel-2)
- Dados de referência utilizados para orientar a classificação (conjuntos de dados globais LCLU, Google Earth, mapas históricos da cobertura terrestre).

3. Resultados

Como resultado do processamento de dados e classificações FDM2015, foram produzidos os seguintes resultados, a serem utilizados como capsulas de base para monitorização florestal no sistema de informação florestal. Todos os resultados abaixo são para cada um dos 16 Estados Membros da SADC.

- Mapa de distribuição florestal de 2015 (formato digital).
- Documento de Avaliação da Precisão (consultar o anexo para mais informações).
- Mapas PDF imprimíveis (tamanho A3).
- Análise da incerteza e precauções

Uma vez que os mapas de base foram gerados com base nos dados de imagens de satélite ópticas, há várias limitações que os utilizadores devem ter em conta:

- Existem ainda alguns efeitos das condições topológicas (as sombras das montanhas podem ser classificadas como florestas ricas);
- Existem ainda alguns efeitos das condições fenológicas (campos de cultivo em vegetação espessa podem ser classificados como florestas);
- Ainda existem alguns pixels nublados, que podem ser classificados como área de terra nua.
- Os dados ópticos podem ser cegos em área decídua quando todas as folhas desaparecerem, como resultado, tal área pode ser classificada como arbustos ou terras nuas.

Para mais informações sobre a incerteza, consultar a Avaliação da Precisão no Anexo 2.

PARTE TRÊS: ALTERAÇÕES FLORESTAIS

Tal como definido na parte de Síntese acima, as mudanças florestais neste sistema são (1) a perda de determinada área de floresta, tornando-se área não florestada, e (2) o ganho de determinada área de floresta que gradualmente cresce de área não florestada para se tornar área florestada.

As seguintes subsecções explicam como as alterações florestais são detectadas e calculadas.

1. Fontes de dados

A fim de calcular as alterações florestais (em termos de área florestal, em primeiro lugar), todos os dados Landsat desde o ano de 1990 até ao ano corrente (a partir da data de concepção do sistema, dados disponíveis até ao ano de 2018) foram processados. Isto significa que as fontes de dados incluem Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8. Todas as fontes de dados estão em Refletância do topo da atmosfera (TOA).

2. Metodologia

Para processar um enorme volume de dados para uma vasta área dos Estados Membros da SADC, a plataforma Google Earth Engine e o Algoritmo Landsat Time-Series (LandTrendR (5)) foram mobilizados. O algoritmo LandTrendR é portado como uma biblioteca para a plataforma Google Earth Engine, contudo há alguma incerteza de dados com LandTrendR original, pelo que a equipa Consultora da SADC-JICA personalizou esta biblioteca a fim de reduzir a incerteza.

Além disso, a equipa de Consultores desenvolveu um guião do Google Earth Engine para produzir as alterações dentro da área dos Estados Membros da SADC e apenas para um ano específico. Com este guião, os técnicos do Secretariado da SADC podem trabalhar uma vez por ano (após o fim do Projecto) para produzir os resultados. Pode ser tão fácil como vários cliques do rato para cada Estado membro.

Uma área será considerada como uma perda (chamada perda florestal) se for confirmada como área não florestada através de pelo menos 3 cenas consecutivas sem nuvens, em comparação com área anteriormente florestada.

Uma área será considerada como um ganho (chamado ganho florestal) se for confirmada como área florestada através de pelo menos 3 cenas consecutivas sem nuvens e comparada com a mesma área de terra não florestada de pelo menos 10 anos como o caso das florestas naturais.

3. Resultados

O guião desenvolvido no Google Earth Engine gera uma única imagem com uma banda rastreada para cada ano a partir de 2016, que armazena uma possível área alterada (valor de pixel = 1). Esta saída será armazenada no activo designado Google Earth Engine (armazenamento em servidor para RFIS) para efeitos de cálculo de alterações em tipos de floresta específicos e também de cálculo de alterações no volume. Não existe desenho para descarregar estes dados rastreados do servidor para os computadores dos clientes. No entanto, os números (em hectares) calculados a partir do número de píxeis de possível área alterada podem ser descarregados num formato de texto.

4. Análise da incerteza e precauções

Como todos os outros dados ópticos, os dados Landsat possuem factores (por exemplo, nebulosidade, sombras, aerossóis, ...) que podem afectar a incerteza dos resultados, especialmente para a área próxima do equador.

Além disso, a maior parte da vegetação florestal na África Austral é floresta de miombo, que não é muito densa em termos de vegetação, e os dados ópticos com resolução moderada podem “confundir” com terra nua permanente, particularmente para a estação decídua.

O algoritmo LandTrendR foi construído com o propósito de processar para detectar os dados alterados globalmente durante todos os anos desde que os dados Landsat

começam a captar a superfície global, é assim que a LandTrendR tenta equalizar a sua precisão à escala global, mas não para um país ou região específica.

Por conseguinte, embora esteja num nível elevado de fiabilidade, os resultados desta fonte de dados do Landsat e a metodologia de processamento das séries temporais que utilizam a LandTrendR ainda estão com um certo nível de incerteza. Os resultados desta fonte e metodologia não pretendem confirmar as alterações aqui ou ali, e a melhor sugestão é que os Estados Membros da SADC utilizem esta fonte como referência e façam a pesquisa de terreno para confirmação por eles próprios.

PARTE QUATRO: VOLUMES FLORESTAIS

As alterações no volume florestal também serão calculadas e produzidas os valores de produção por este sistema de RFIS, multiplicando os dados da área alterada (perda e ganho) com o volume médio por hectare do tipo de floresta correspondente.

As subsecções abaixo explicam mais detalhes.

1. Método de processamento

Geralmente, o RFIS produzirá um volume florestal médio perdido e ganho num determinado ano. No entanto, uma vez que um Estado-membro da SADC pode ser abrangido por várias eco-regiões (consultar a Figura 5). Mapa de eco-regiões da África Austral para mais informações) e cada eco-região possui um valor diferente do volume médio. Por conseguinte, o RFIS foi concebido para calcular as alterações em termos de volume em cada eco-região para cada estado-membro. O cálculo é simplesmente como multiplicar a área alterada (calculada a partir de pixels alterados em qualquer dos 4 tipos de floresta mencionados na Parte Três acima) com o valor médio da eco-região na qual as áreas alteradas se situam.

2. Análise de dados

O volume médio (reconhecido na Refinação de 2019 às Directrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa e à Avaliação Global dos Recursos Florestais 2000(6) da FAO) de cada eco-região será aplicado ao cálculo das alterações florestais em volume.

Com os dados acima referidos de volume médio de cada eco-região, os valores das alterações florestais em termos de volume florestal serão calculados multiplicando este volume médio de cada eco-região com a área alterada que se situa dentro dessa eco-região. Todas estas análises e cálculos serão feitos automaticamente no guião do lado do servidor RFIS.

3. Resultados

De acordo com as figuras formatadas no texto da área alterada, as figuras de volume alterado serão produzidas em paralelo, e poderão ser descarregadas.

(5) A LandTrendR foi originalmente desenvolvida por Kennedy et al., 2010 e desenvolvida, documentada, aplicação e API pelo Laboratório eMapR da Universidade Estadual do Oregon em 2018.

(6) Consulte a PARTE UM, secção 3. Volumes Florestais

4. Precauções

Uma vez que todas as fontes de dados e algoritmos estão com um certo nível de incerteza, as saídas do volume alterado calculadas utilizando as fontes de dados e algoritmos estarão também com um certo nível de incerteza. Este resultado também não pretende confirmar o tamanho do volume florestal alterado, e os Estados Membros da SADC devem utilizar estes dados apenas como referência e arranjar uma solução de dados de verdade para confirmar.

PARTE CINCO: SISTEMA REGIONAL DE INFORMAÇÃO FLORESTAL

O Sistema Regional de Informação Florestal da SADC foi concebido para reflectir as alterações florestais (em termos da área florestal e volume florestal) por cada tipo de floresta, baseado no mapa de base (FDM2015) e fonte de dados da série temporal Landsat (múltiplos temporais em série).

As subsecções seguintes explicam o que é o Sistema Regional de Informação Florestal da SADC, e como funciona, quais são os resultados.

1. Visão geral

A figura abaixo mostra a concepção conceptual do Sistema Regional de Informação Florestal da SADC.

O “Algoritmos da Série Time-Series LandTrendR” é introduzido como abaixo:

LandTrendR é um conjunto de algoritmos de segmentação espectral-temporal que são úteis para a detecção de alterações numa série temporal de imagens de satélite de resolução moderada (principalmente Landsat) e para gerar dados de séries temporais baseadas em trajectórias espectrais em grande parte ausentes de ruído de sinal inter-anual.

Concept Design of GEE-based SADC's Regional Information System

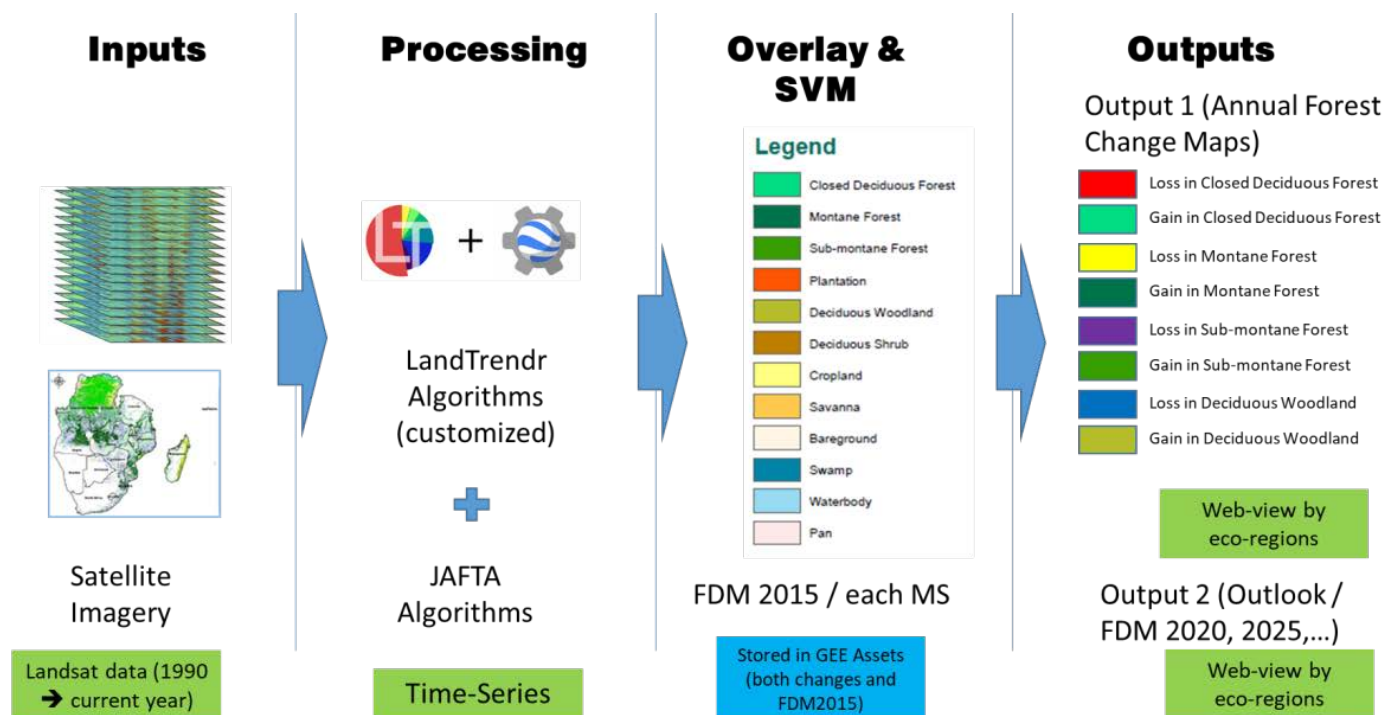


Figura 6. Concepção do conceito do RFIS da SADC

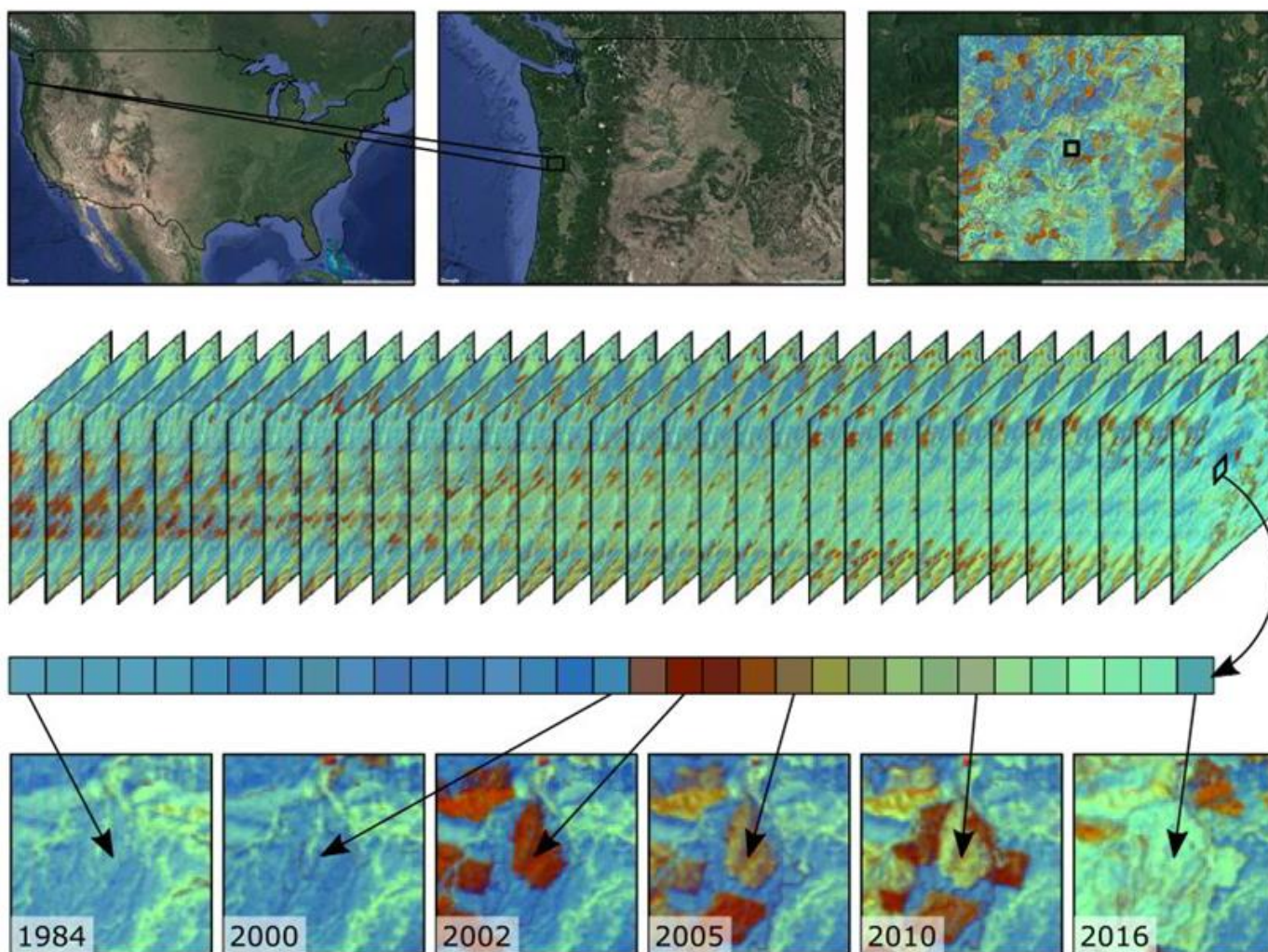


Figura 7. Visualização de Algoritmos LandTrendR da Série

Para mais informações, por favor visite <https://emapr.github.io/LT-GEE/index.html>

2. Fluxos de trabalho

Os fluxos de trabalho para produzir resultados são:

- Mapas de base (FDM2015, que gerou como explicado na Parte Dois: Área Florestal (Mapa de Base FDM) acima, que foi feito pela Hatfield Consulting) para cada Estado membro da SADC carregou nos Activos do GEE (apenas uma vez, feito pela equipa do Projecto Florestal SADC-JICA).
- Aquisição de todos os dados Landsat desde o início de 1990 até ao ano corrente (o ano que o técnico executa o guião do Google Earth Engine) da área de interesse (Estados Membros da SADC) utilizando o Editor de Código do Google Earth Engine;
- Geração de mudança anual (perda e ganho) de pixels, utilizando algoritmos personalizados da série Time-Series LandTrendR (original desenvolvido por Kennedy et al., 2010, portado para a plataforma Google Earth Engine pela Universidade do Estado do Oregon, 2018) utilizando o guião JavaScript do GEE desenvolvido pela equipa do Projecto Florestal da SADC-JICA e

carregando os dados gerados nos Activos do GEE (uma vez por ano no início do ano seguinte, quase todos os passos são automatizados).

- Os guiões e algoritmos de pitões do lado do servidor do RFIS (desenvolvidos pela equipa do Projecto Florestal da SADC-JICA) calcularão automaticamente as alterações florestais anuais em cada tipo de floresta com base no mapa de base.

3. Interfaces

A principal interface RFIS é uma aplicação baseada na rede onde os utilizadores podem gerar os resultados necessários.

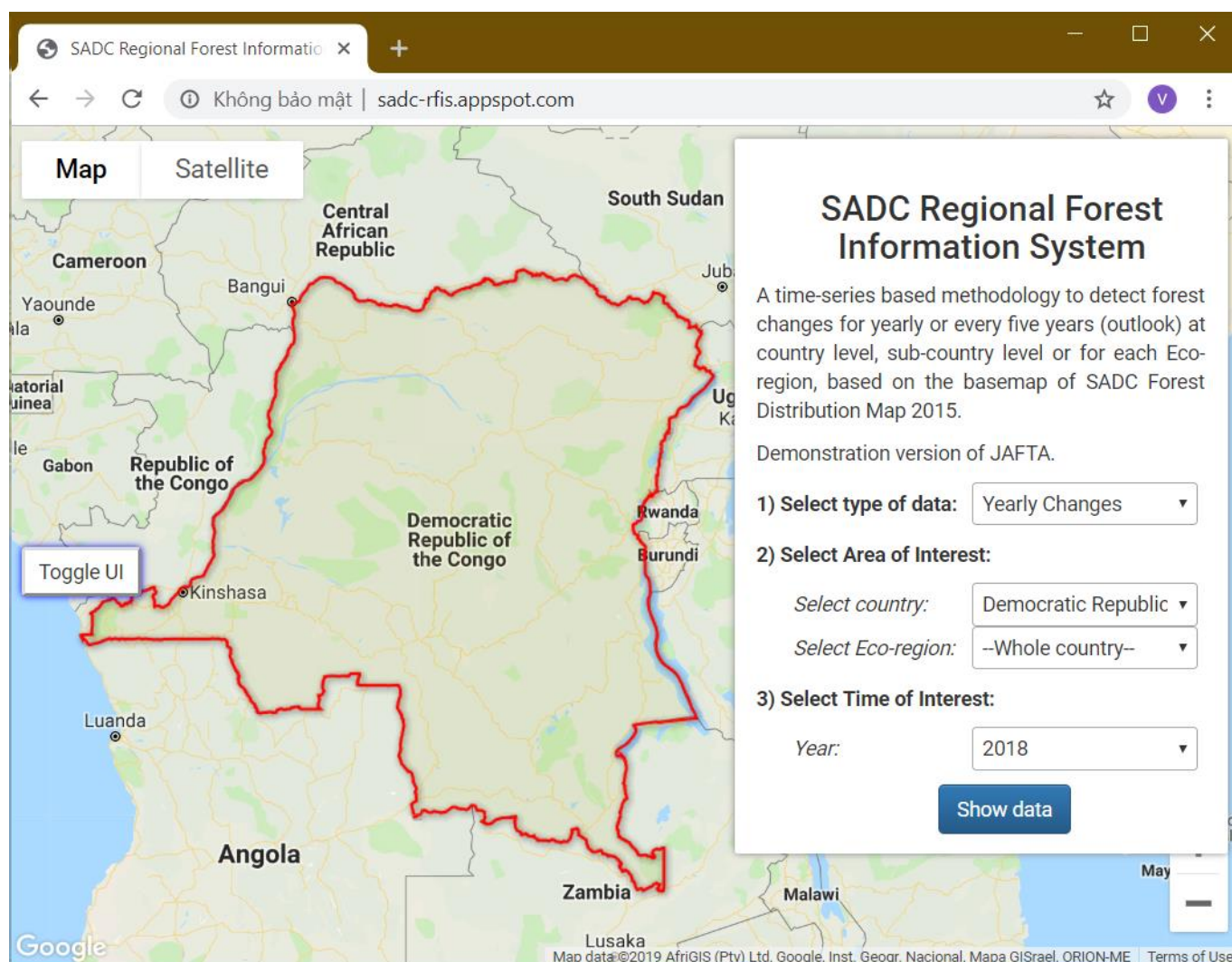


Figura 8. Versão de demonstração do RFIS

4. Relatório anual

O resultado 1 (mudanças anuais (perda/ganho), para cada tipo de floresta) será gerado automaticamente sempre que os utilizadores da rede quiserem ver os dados na interface da rede.

O mapa de base inicial que serve para comparar as alterações é FDM2015.

As mudanças florestais anuais (em termos de área) são detectadas utilizando algoritmos de segmentação temporal (LandTrendR) baseados em dados Landsat desde o ano 1990 até ao ano corrente.

Estes dados anuais de alterações florestais (a partir de 2016) serão comparados com o FDM2015. A área alterada detectada pela LandTrendR mas localizada numa área não florestada e/ou plantações baseadas no FDM2015 será removida.

A área alterada restante (localizada na área florestada excepto plantações baseadas no FDM2015) será mostrada no ecrã e será utilizada para o cálculo de figuras areológicas.

Os dados areais calculados serão utilizados para calcular os dados de volume anual a serem mostrados na interface e a ligação descarregável também como ficheiro de texto.

A figura abaixo ilustra uma amostra de uma das variações anuais de produção.

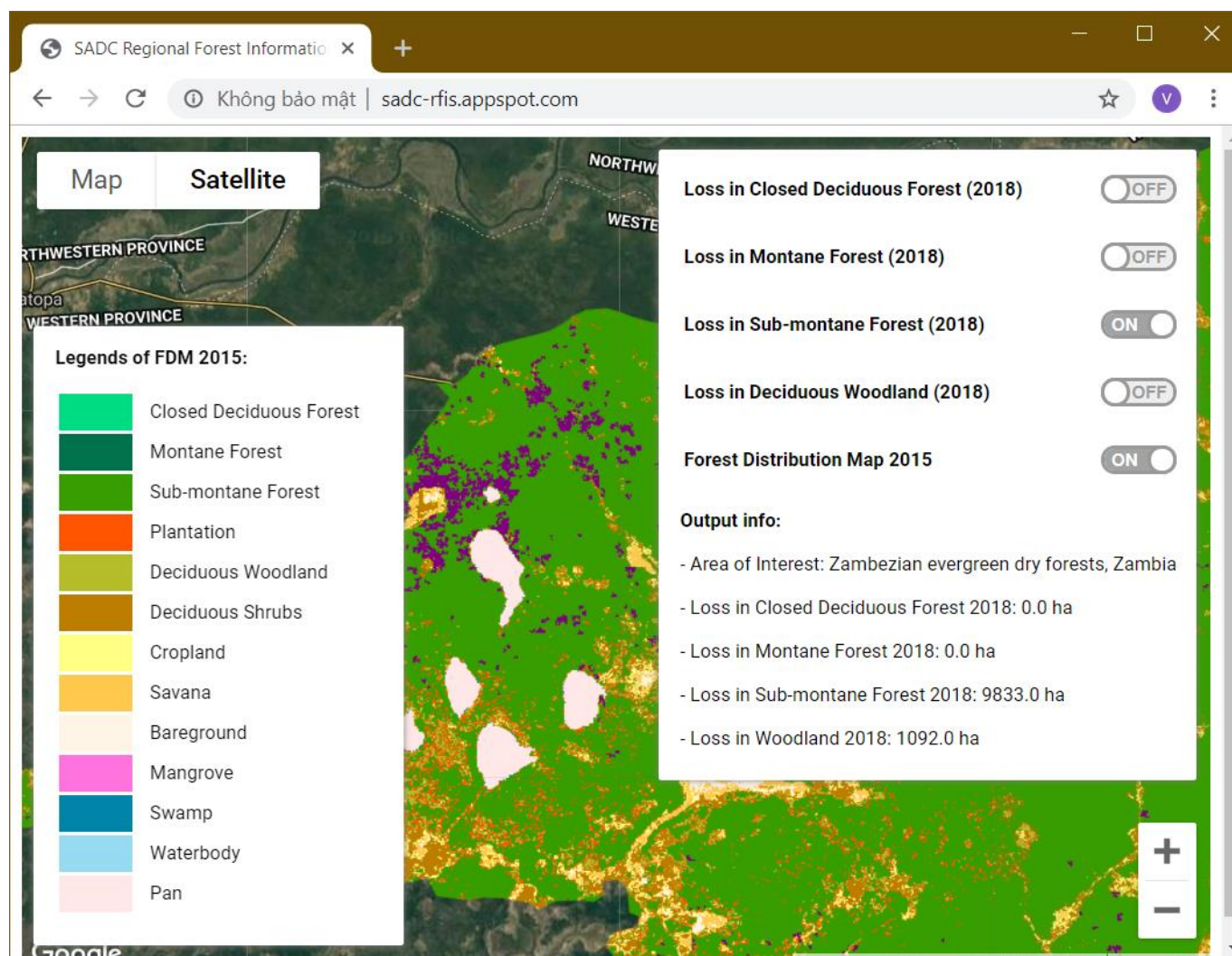


Figura 9. Uma saída da função de Mudanças Anuais dentro do RFIS

5. Perspectivas da floresta

O Resultado 2 (alterações de 5 em 5 anos e o mapa de base do próximo ciclo de 5 anos, por exemplo, alterações entre 2015 e 2020, alterações entre 2020 e 2025, ... e o mapa de base (FDM) de 2020, 2025, ...) será gerado automaticamente no final do ciclo de interesse como Perspectivas Florestais de 5 em 5 anos.

As perspectivas florestais de 5 anos são as mudanças agregadas que ocorreram entre um período de cinco anos. Neste RFIS, os dados de mudança anual serão agregados para serem as mudanças do ano de dados do mapa de base (2015, como inicial).

Os dados de perspectiva serão mostrados da mesma forma que os das Alterações Anuais acima. No entanto, os dados calculados são para 5 anos entre o início e o fim de cada período.

A interface do utilizador para a função da Perspectiva é ilustrada na figura abaixo.

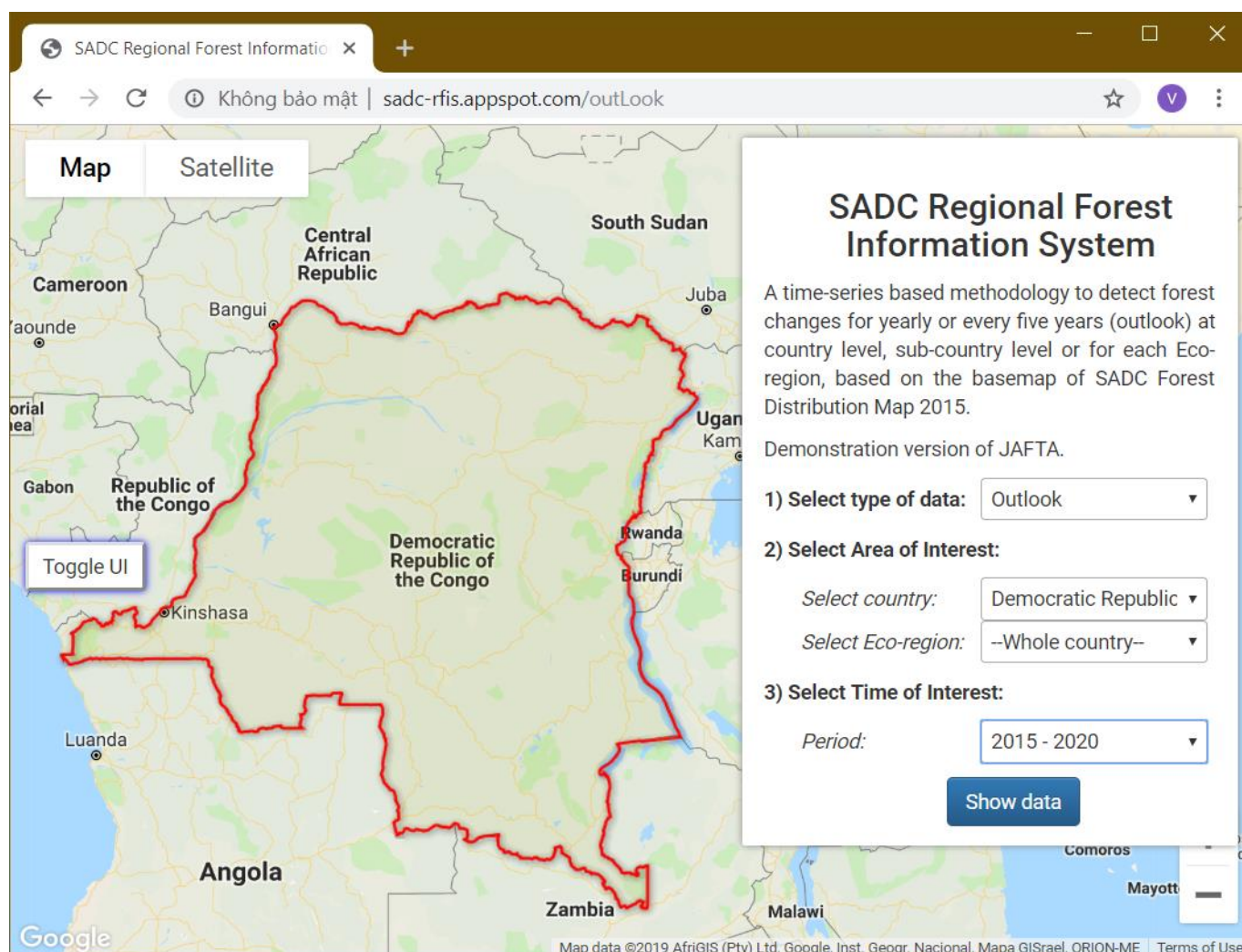


Figura 10. Próximos Mapas de Distribuição Florestal

6. Próximos Mapas de Distribuição Florestal

Este RFIS em si não calcula automaticamente os próximos Mapas de Distribuição Florestal para cada cinco anos a partir do FDM 2015 sem a confirmação dos Estados Membros da SADC.

No entanto, o resultado das perspectivas florestais é a agregação das alterações florestais dentro do período correspondente (cinco anos). Por conseguinte, os Estados Membros da SADC podem facilmente sobrepor os dados de previsão sobre o MDL anterior, a fim de gerar uma tentativa de mapas de distribuição florestal para o próximo ciclo, e utilizar estes dados provisórios para a confirmação da verdade no terreno antes de carregar para o servidor RFIS de armazenamento para o próximo ciclo de monitorização das alterações florestais. É necessário salientar, que a confirmação de dados da verdade terrestre através de levantamentos no terreno é a única forma de confirmar os dados de satélite, e a única forma de reduzir a incerteza dos dados.

SEXTA PARTE: DESAFIOS E DISCUSSÕES

O desenho do sistema completo do RFIS foi explicado acima. Contudo, pode haver vários desafios e discussões

especialmente para operações sustentáveis do sistema, e a incerteza dos resultados.

1. Desafios e discussões para o funcionamento sustentável do sistema

Para o funcionamento do RFIS, os técnicos do Secretariado da SADC e dos outros Estados Membros da SADC precisam de aprender e dominar todo o sistema, com as suas funções específicas.

Actualmente e até ao final do Projecto de Conservação e Gestão Sustentável dos Recursos Florestais na África Austral, o RFIS tem estado a funcionar bem sem o funcionamento dos técnicos do Secretariado da SADC. Contudo, os técnicos do Secretariado da SADC devem dominar completamente o sistema até ao final do projecto para o funcionamento sustentável do sistema.

2. Desafios e discussões para a incerteza dos resultados

A concepção do RFIS parece ser boa e cumpre com todos os requisitos das reuniões do JCC. No entanto, há ainda pelo menos uma falha a ser melhorada, que é a incerteza dos dados do resultado.

Para tal, os dados devem ser melhorados a partir das lacunas de base, e as alterações anuais detectadas e os cálculos de produção (particularmente, o volume florestal muda) se os Estados Membros da SADC puderem apoiar no

fornecimento de feedbacks sobre a área onde apareceram resultados inadequados, de modo que a equipa de desenvolvimento possa melhorar os algoritmos e limiares. E se assim for, a precisão será cada vez mais elevada.

PARTE SETE: ANEXOS

1. Mapa de Distribuição Florestal de todos os Estados Membros da SADC

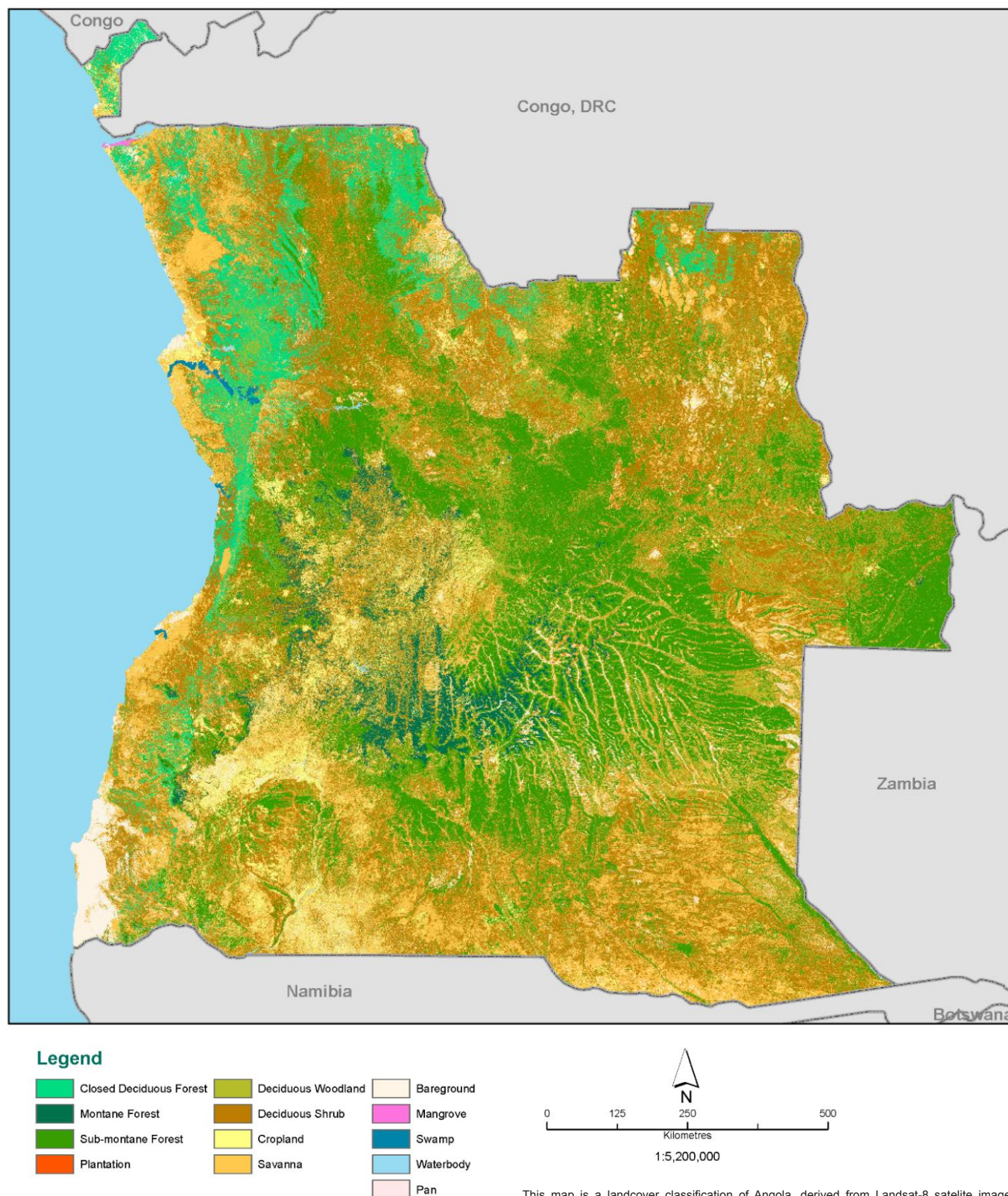
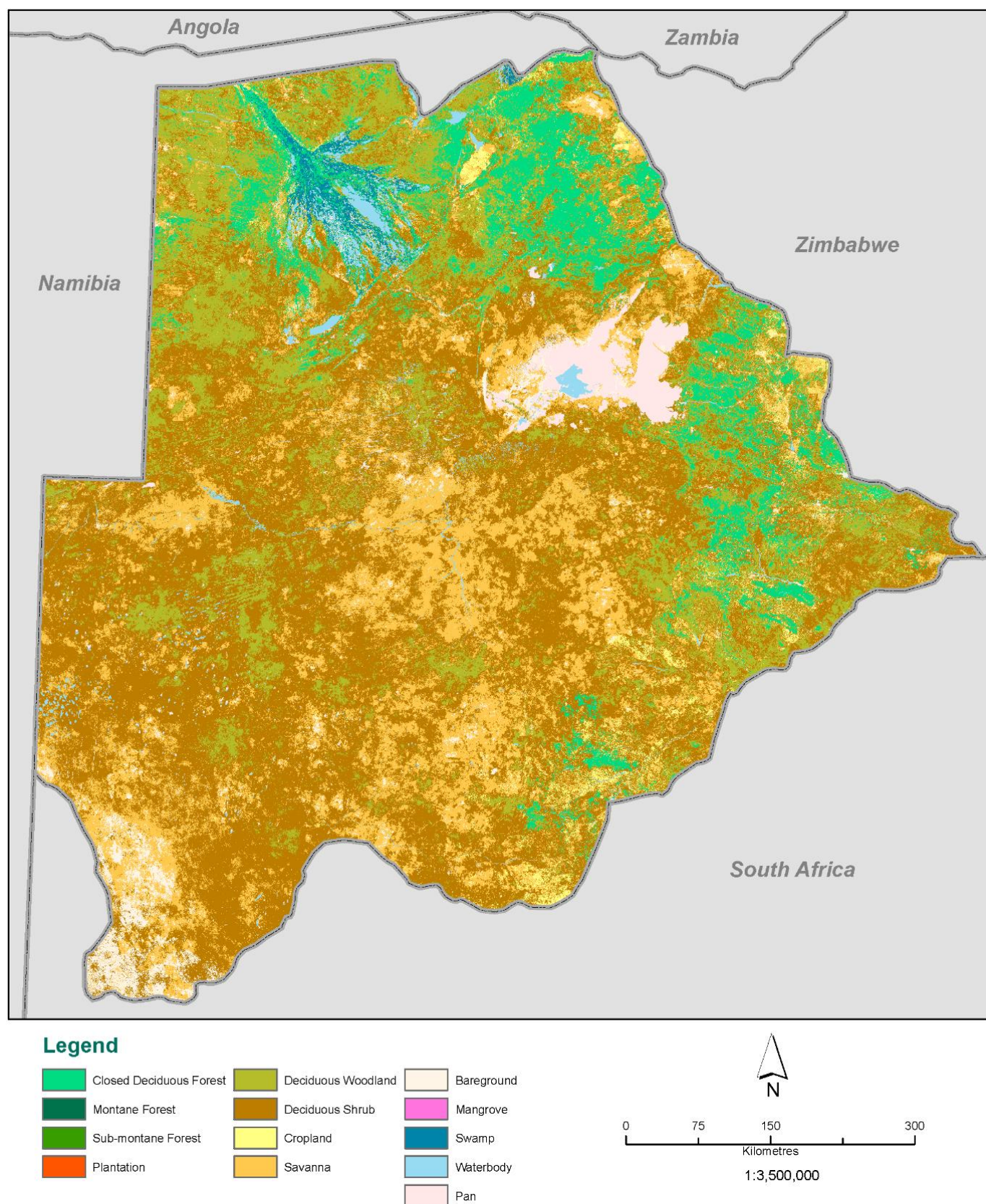


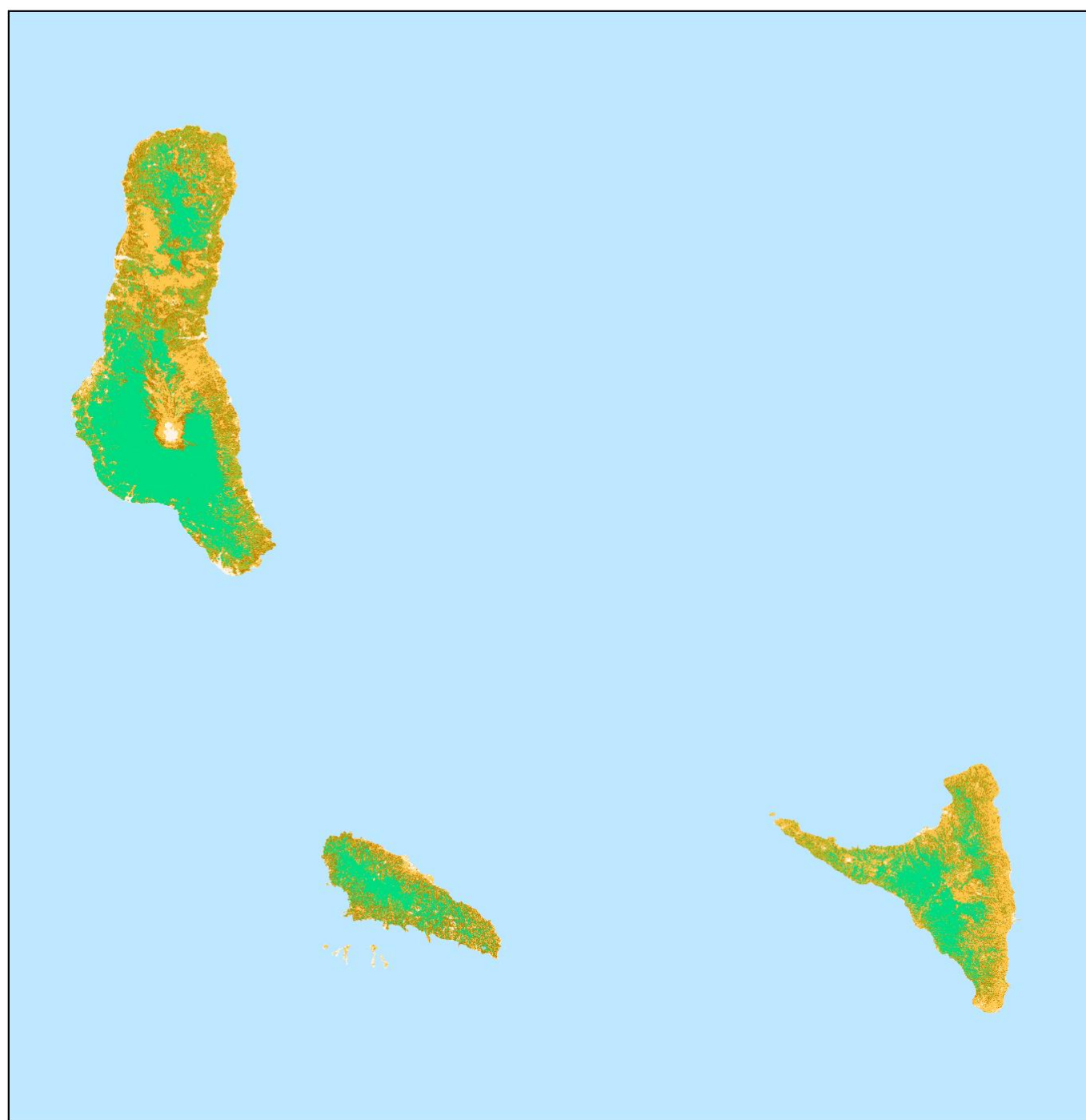
Figura 11. Mapa de Distribuição Florestal de Angola de 2015

This map is a landcover classification of Angola, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.



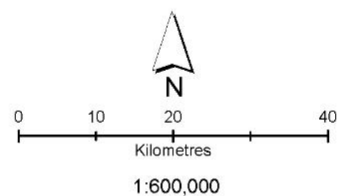
This map is a landcover classification of Botswana, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 12. Mapa de Distribuição Florestal do Botsuana de 2015



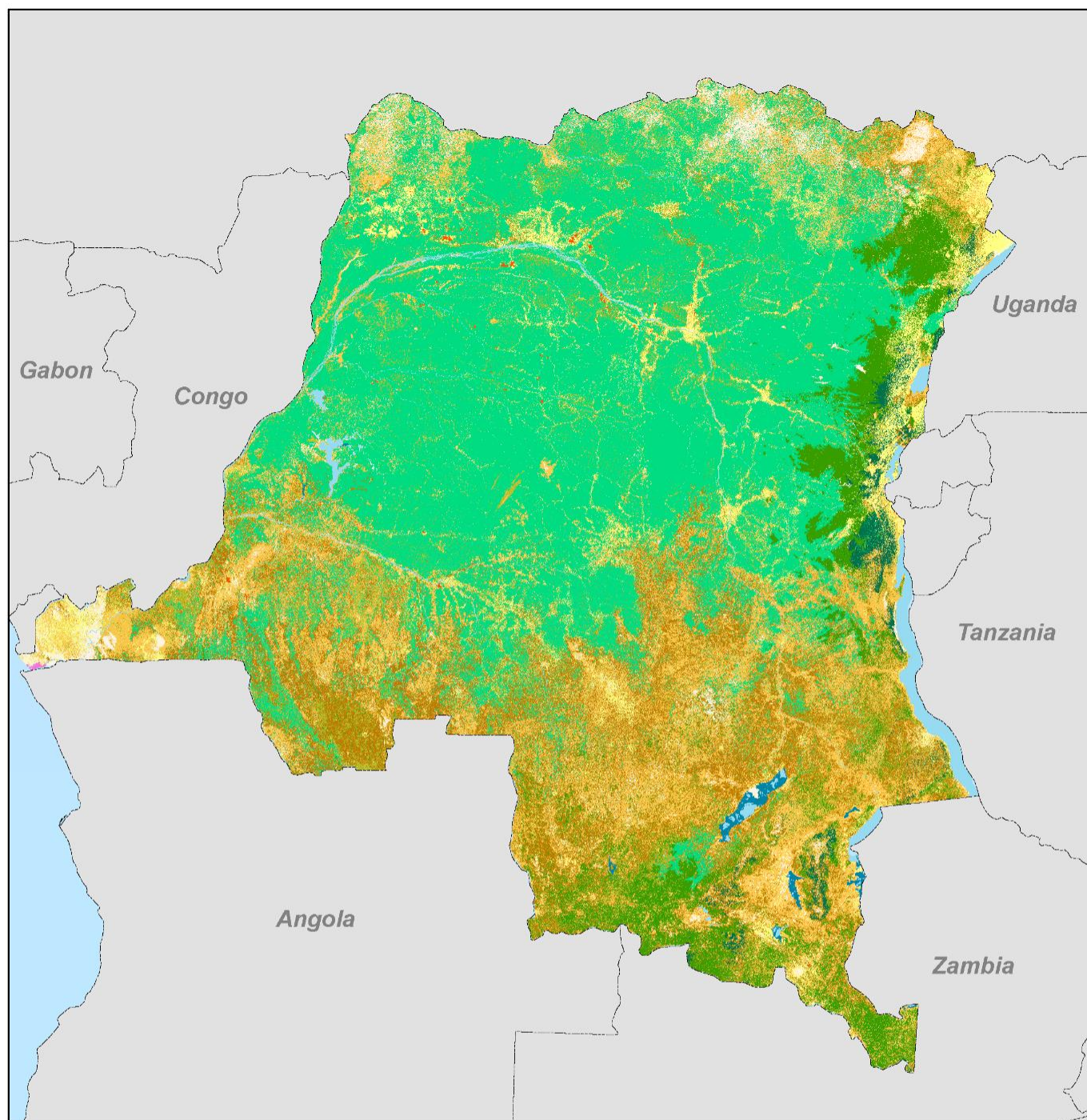
Legend

 Closed Deciduous Forest	 Deciduous Woodland	 Bareground
 Montane Forest	 Deciduous Shrub	 Mangrove
 Sub-montane Forest	 Cropland	 Swamp
 Plantation	 Savanna	 Waterbody
		 Pan



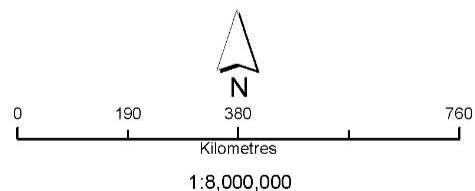
This map is a landcover classification of Comoros, derived from Sentinel-2 satellite imagery captured in 2015-16. The Sentinel-2 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 13. Mapa de Distribuição Florestal das Comores de 2015



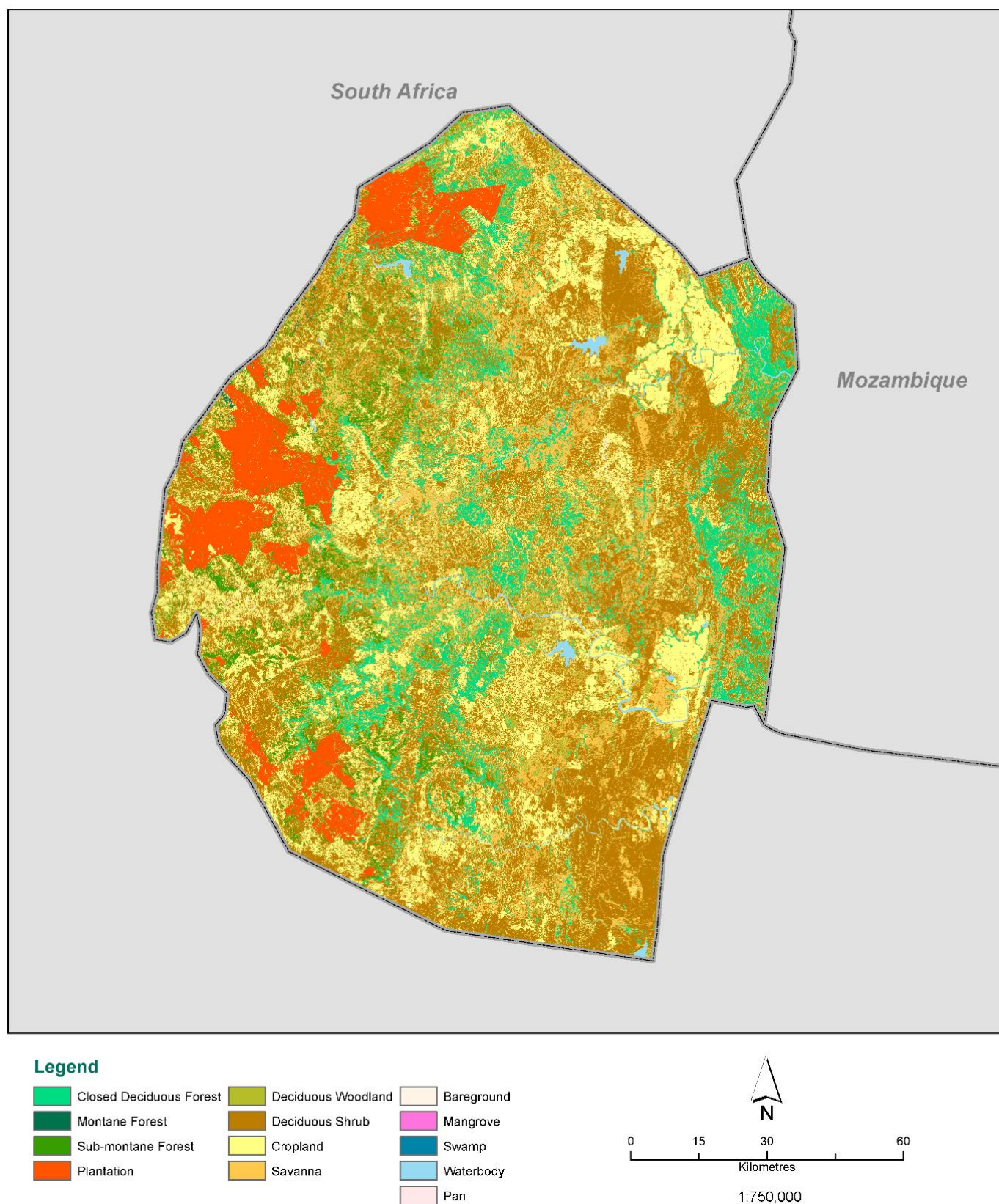
Legend

 Closed Deciduous Forest	 Deciduous Woodland	 Bareground
 Montane Forest	 Deciduous Shrub	 Mangrove
 Sub-montane Forest	 Cropland	 Swamp
 Plantation	 Savanna	 Waterbody
		 Pan



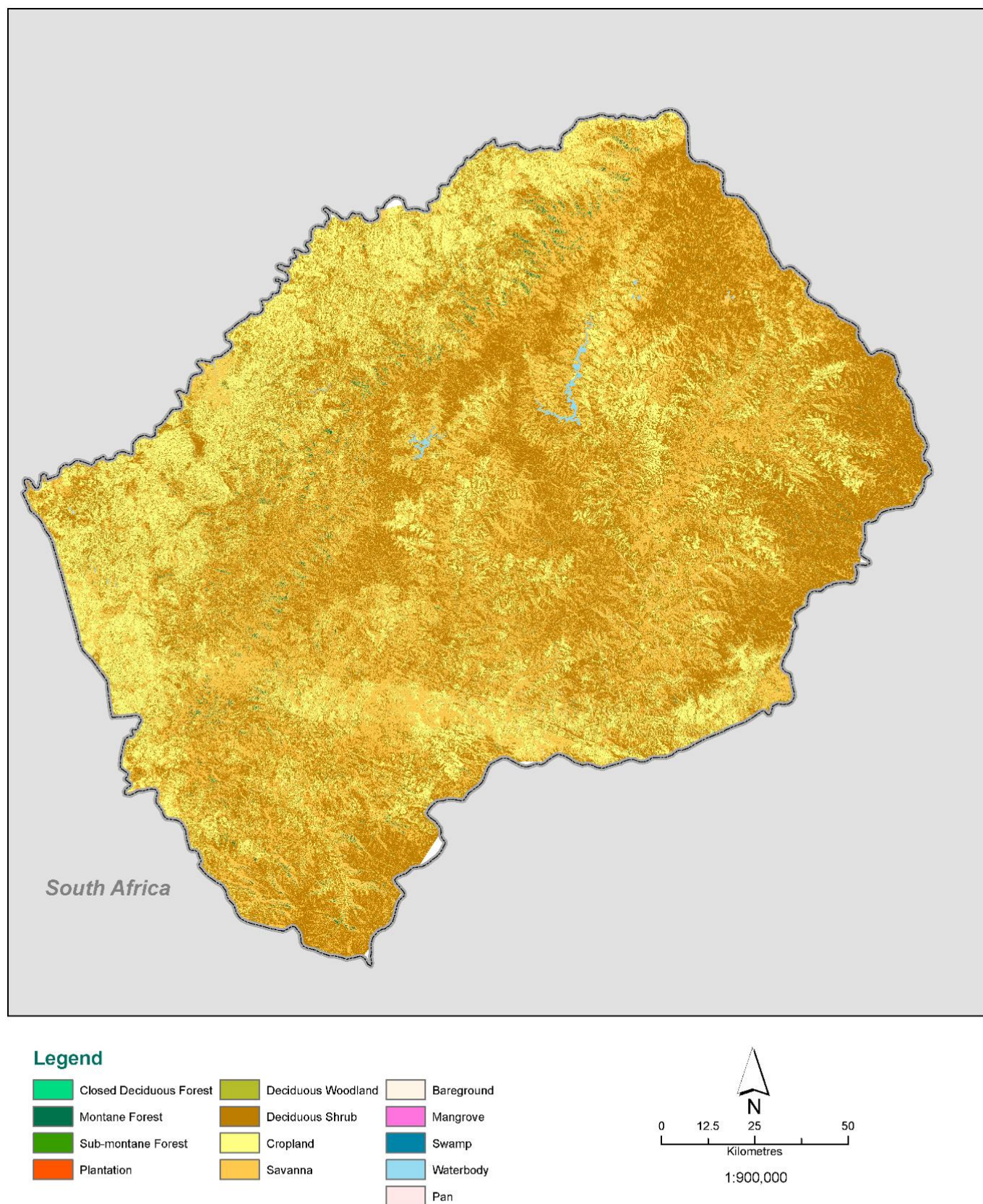
This map is a landcover classification of the DRC, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 14. Mapa de Distribuição Florestal da República Democrática do Congo de 2015



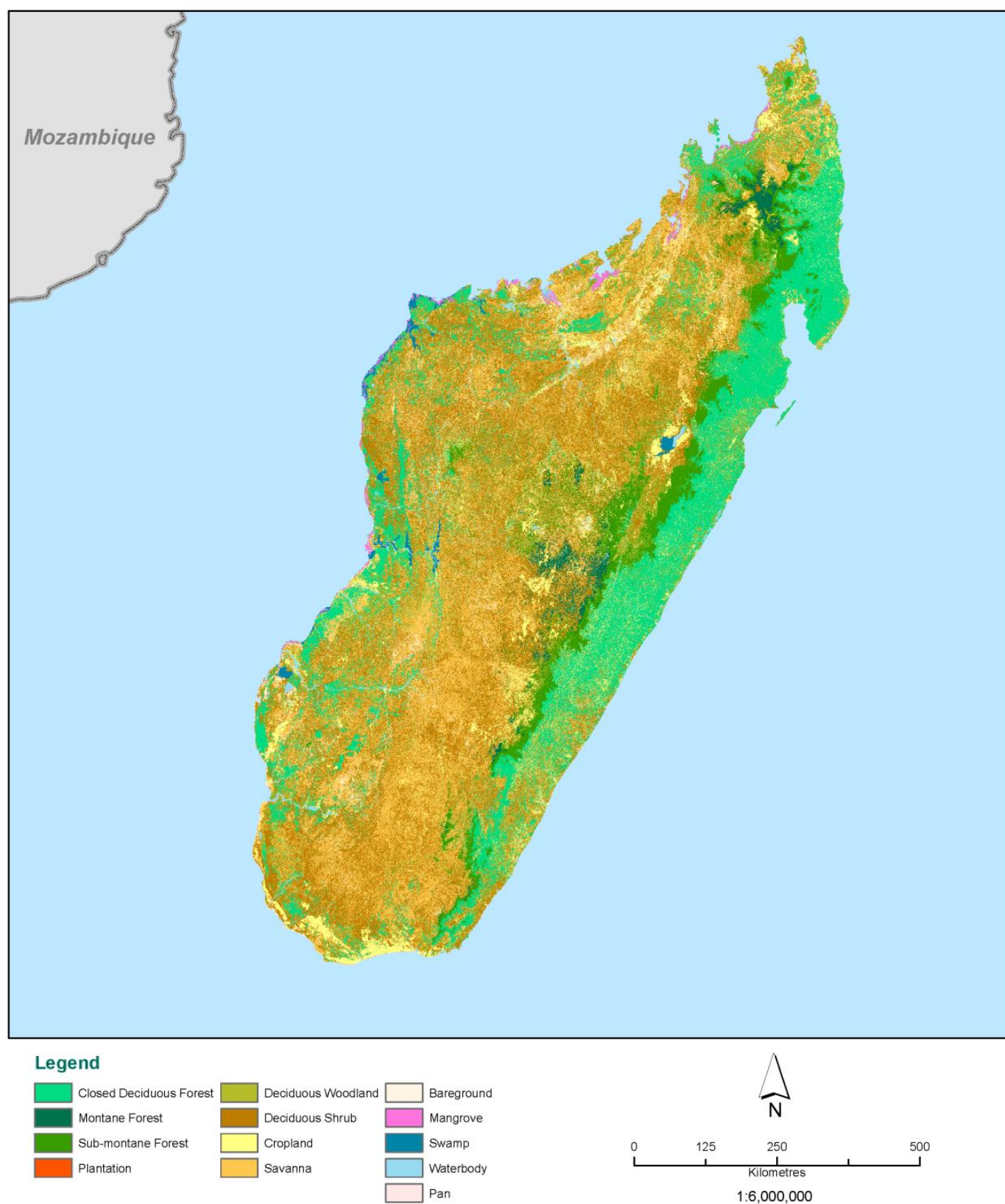
This map is a landcover classification of Swaziland, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 15. Mapa de Distribuição Florestal de Eswatini de 2015



This map is a landcover classification of Lesotho, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 16. Mapa de Distribuição Florestal do Lesoto de 2015



This map is a landcover classification of Madagascar, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 17. Mapa de Distribuição Florestal de Madagáscar de 2015

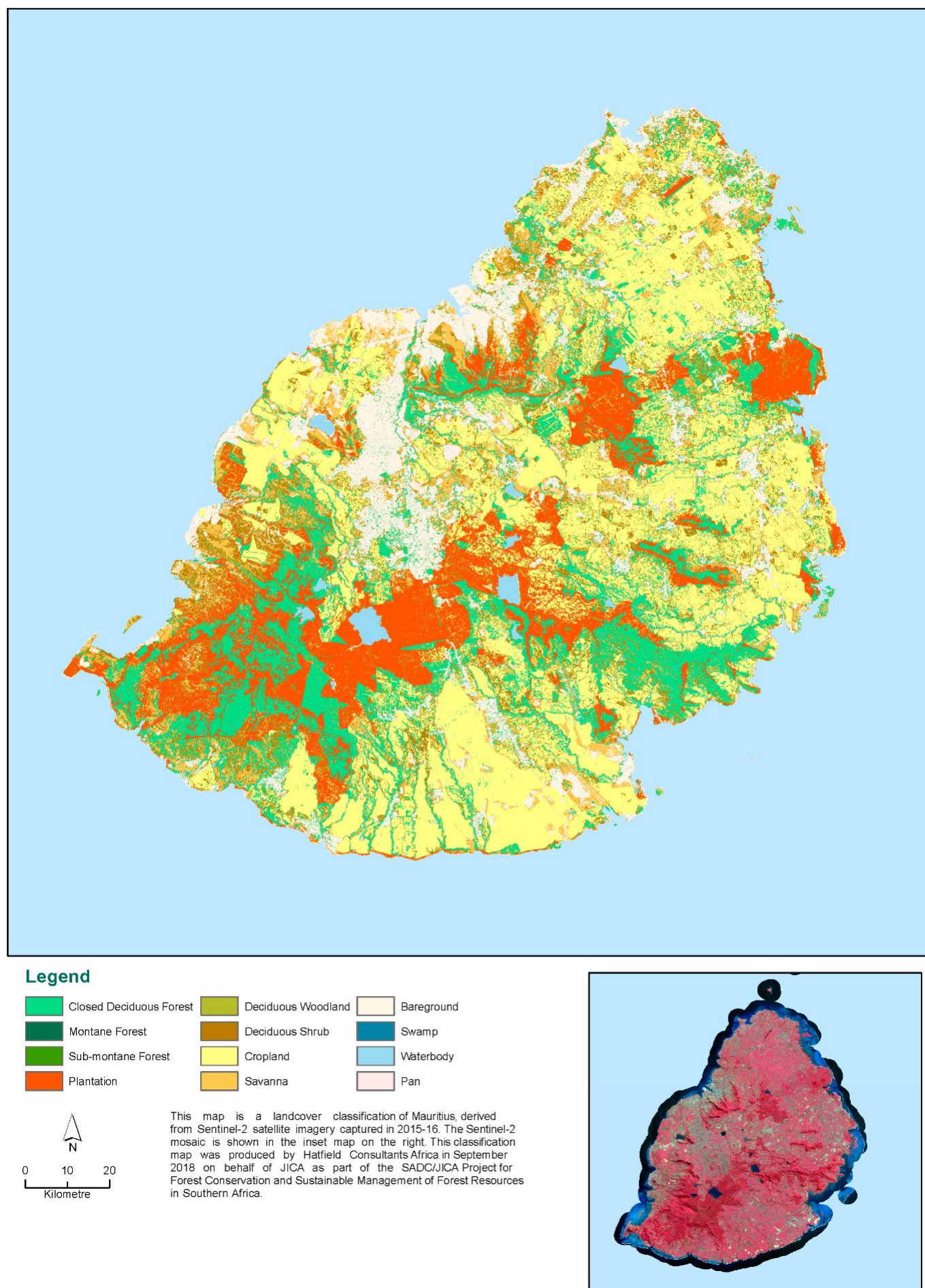
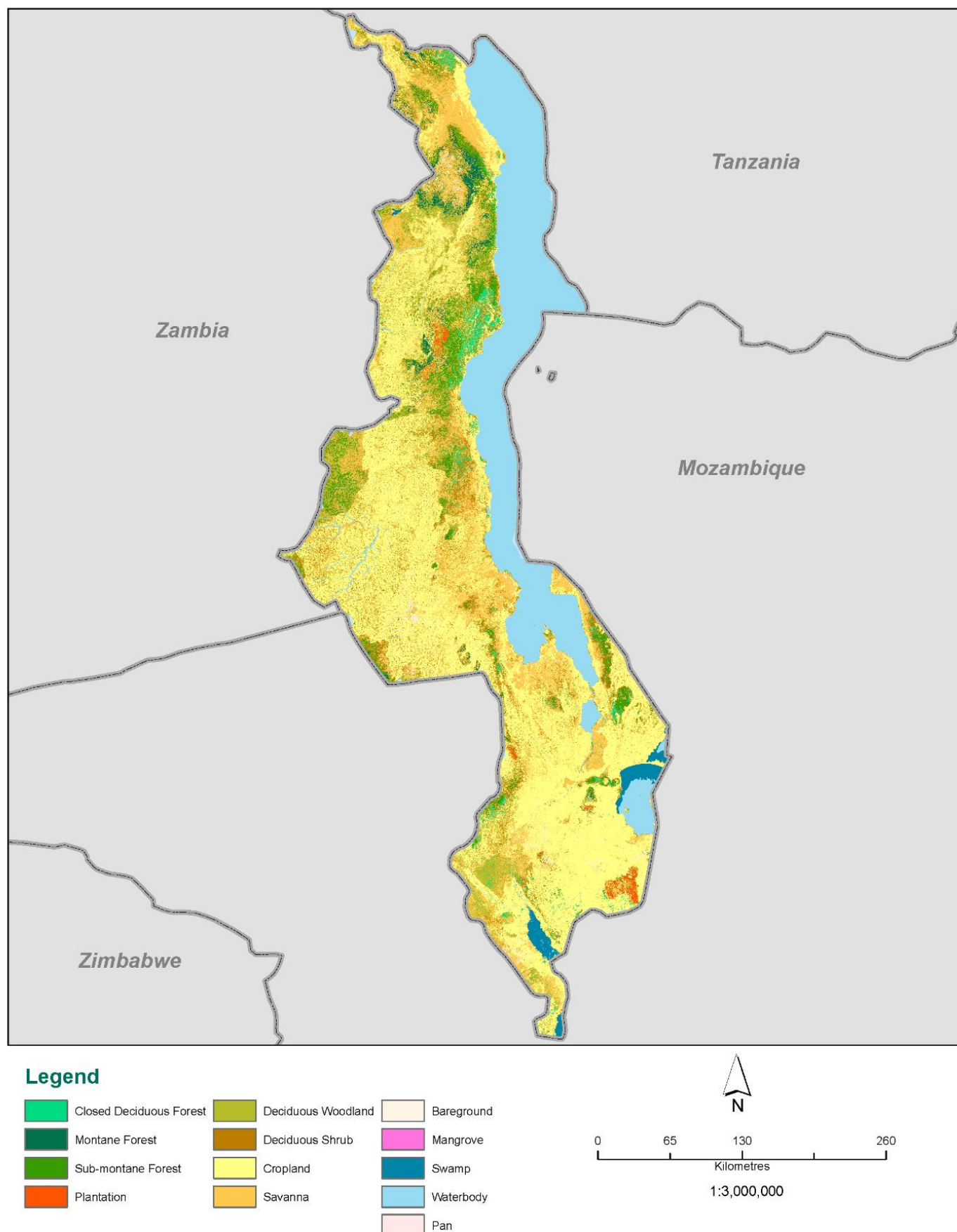
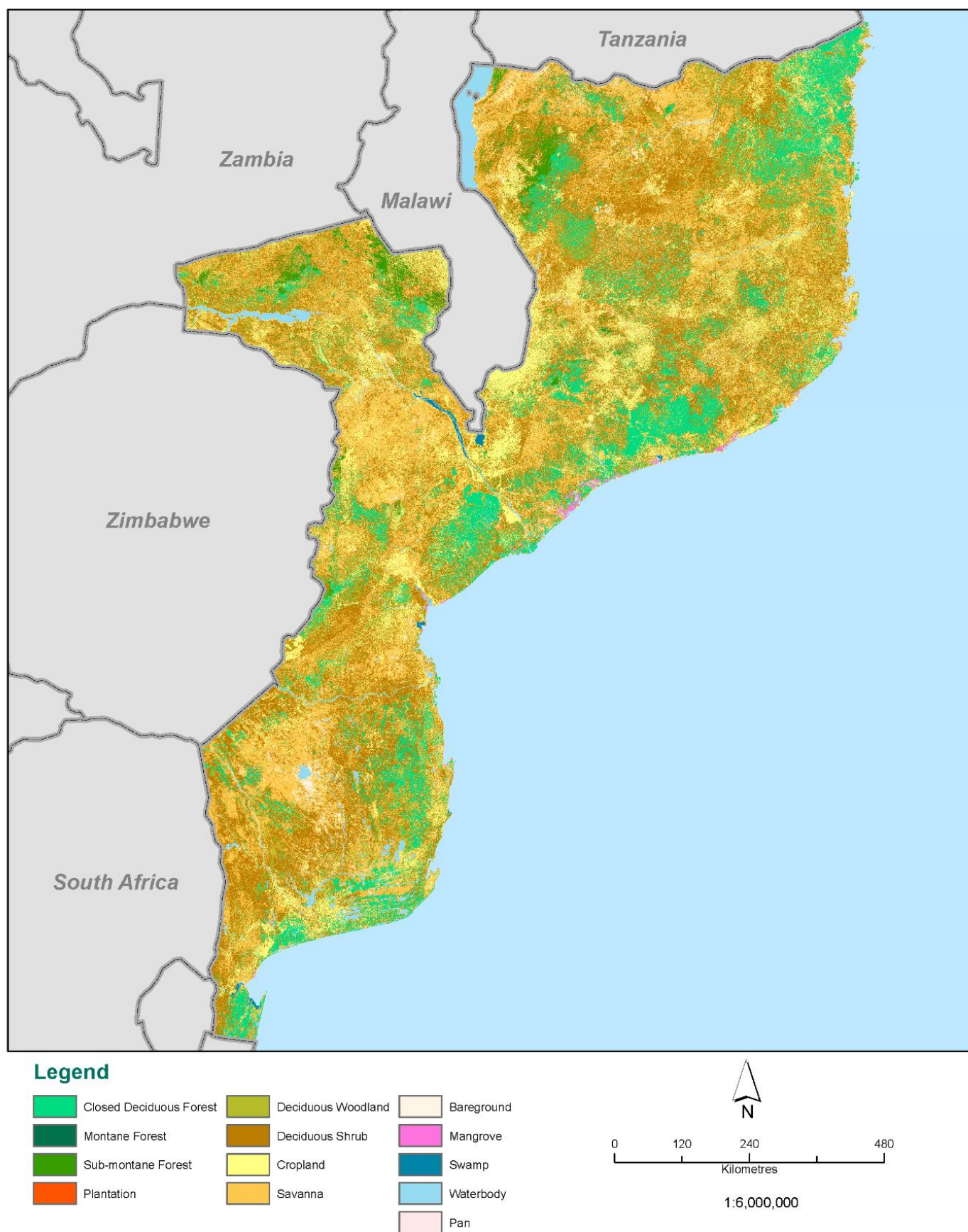


Figura 18. Mapa de Distribuição Florestal das Maurícias de 2015



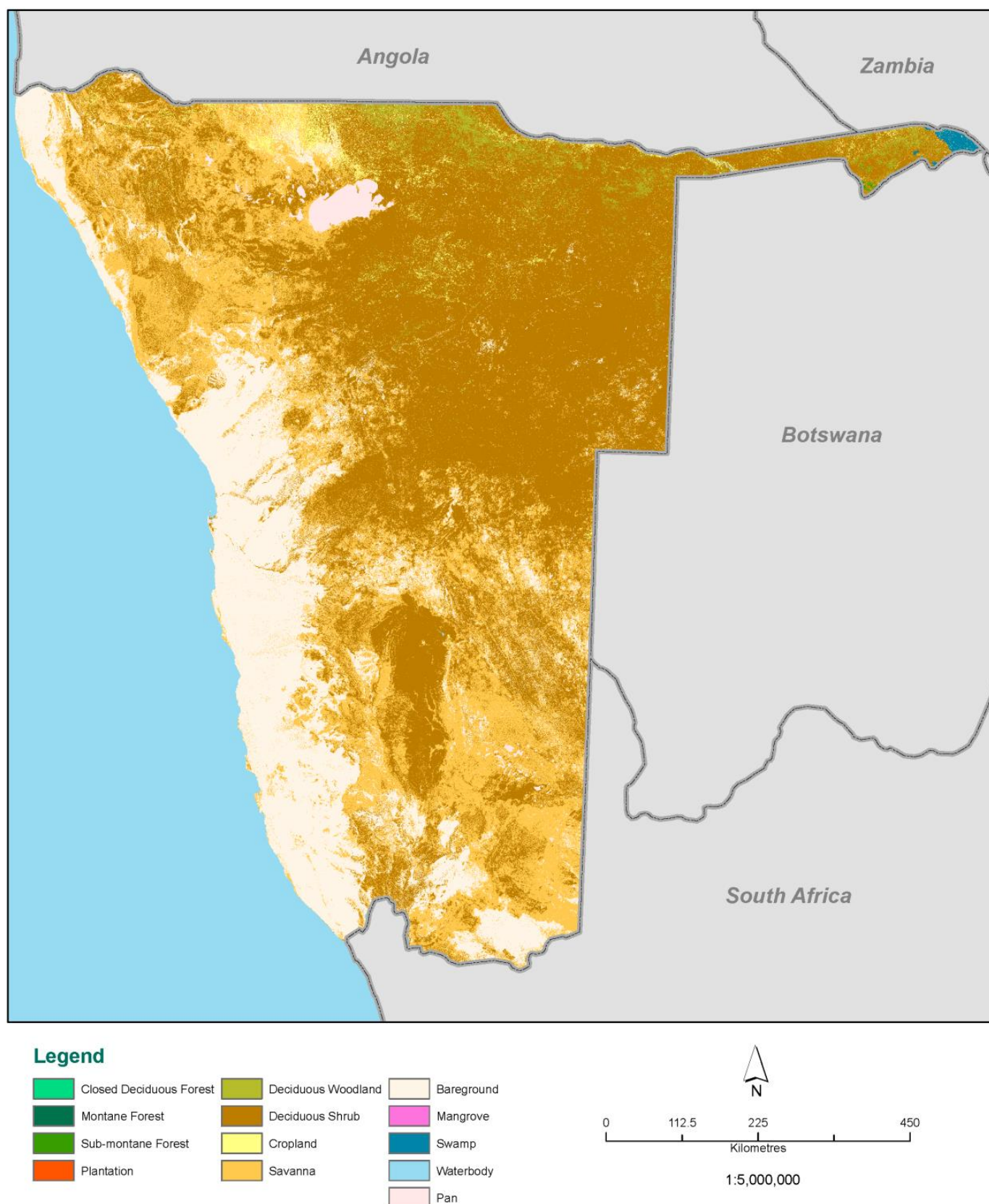
This map is a landcover classification of Malawi, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 19. Mapa de Distribuição Florestal do Malawi de 2015



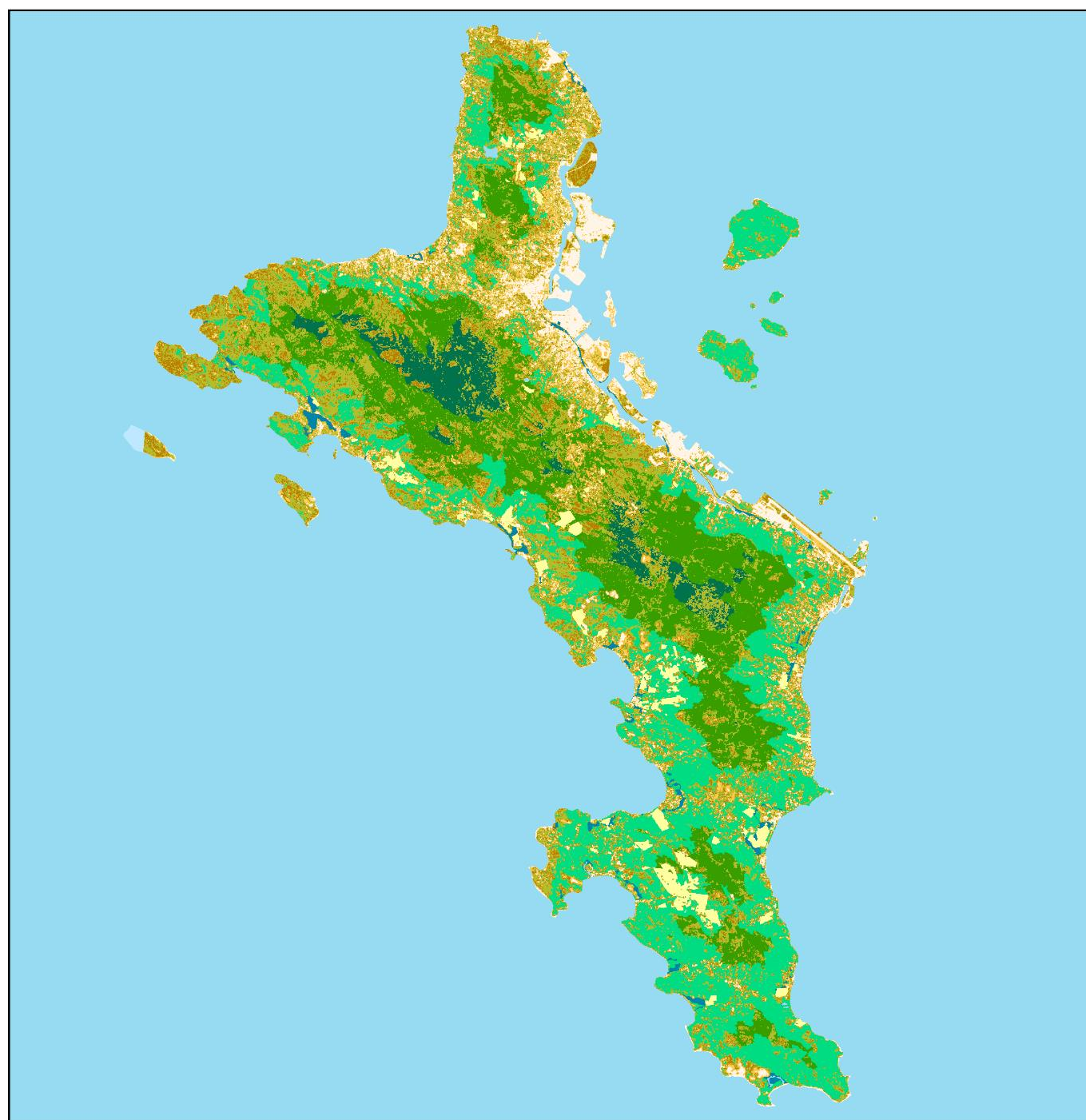
This map is a landcover classification of Mozambique, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 20. Mapa de Distribuição Florestal de Moçambique de 2015



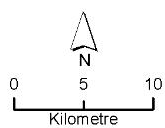
This map is a landcover classification of Namibia, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 21. Mapa de Distribuição Florestal da Namíbia de 2015



Legend

	Closed Deciduous Forest		Deciduous Woodland		Bareground
	Montane Forest		Deciduous Shrub		Swamp
	Sub-montane Forest		Cropland		Waterbody
	Plantation		Savanna		



This map is a landcover classification of Mahe Island of Seychelles, derived from Sentinel-2 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

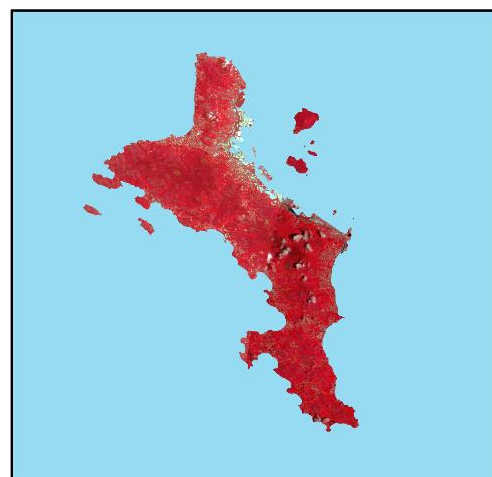
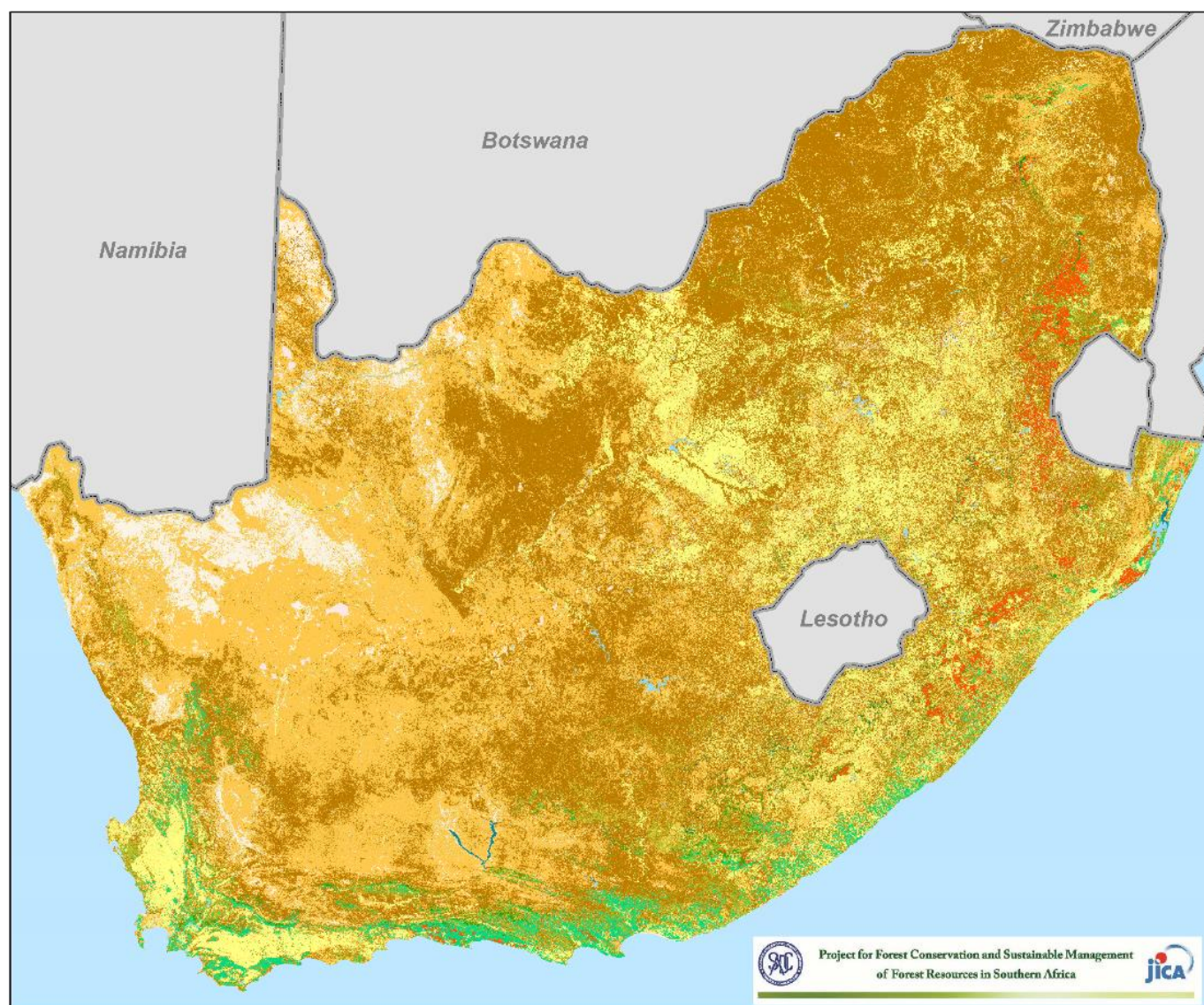


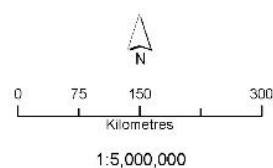
Figura 22. Mapa de Distribuição Florestal das Seicheles de 2015



Legend

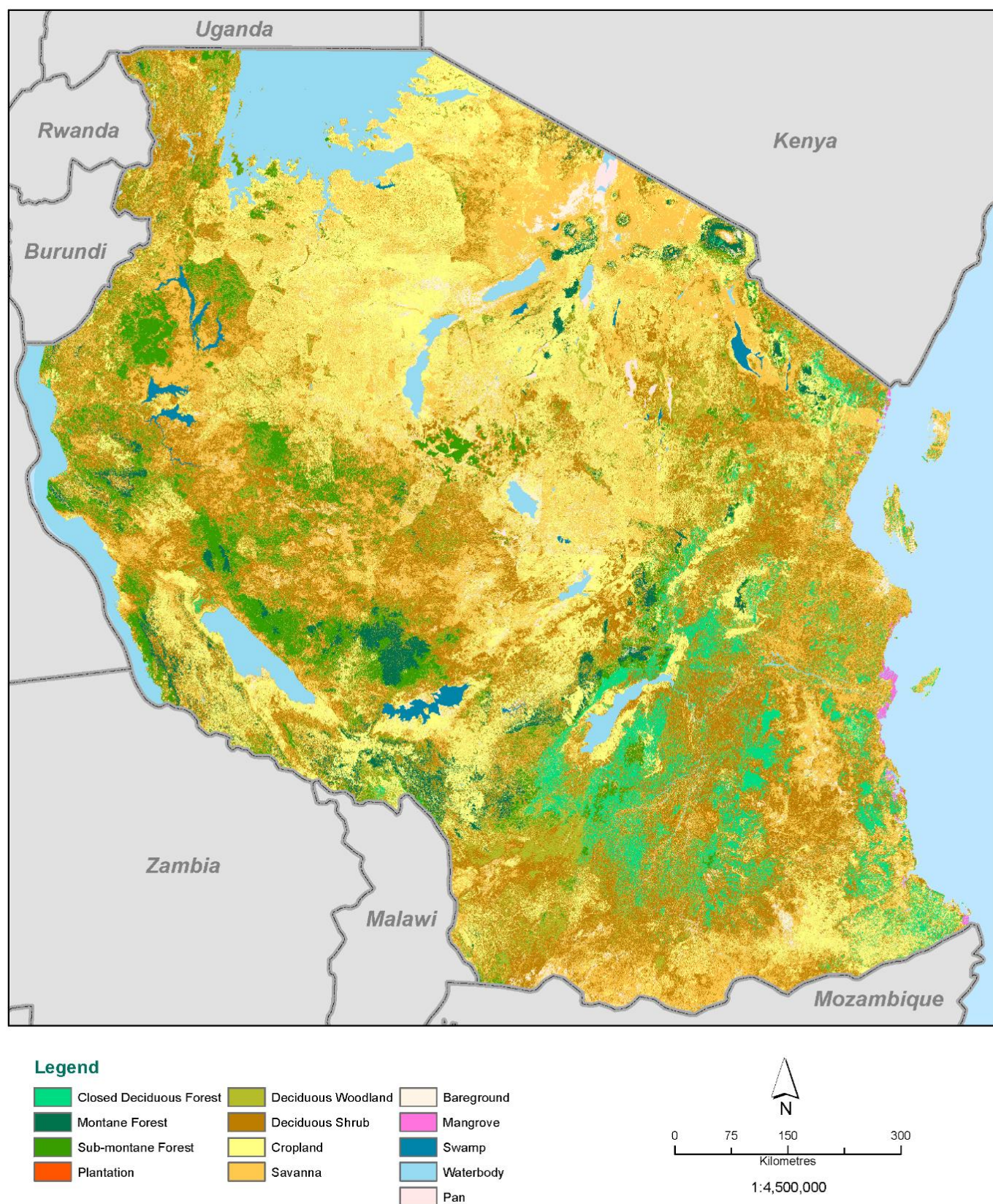
- Closed Deciduous Forest
- Montane Forest
- Sub-montane Forest
- Plantation
- Deciduous Woodland
- Deciduous Shrub

- Cropland
- Savanna
- Bareground
- Mangrove
- Swamp
- Waterbody
- Pan



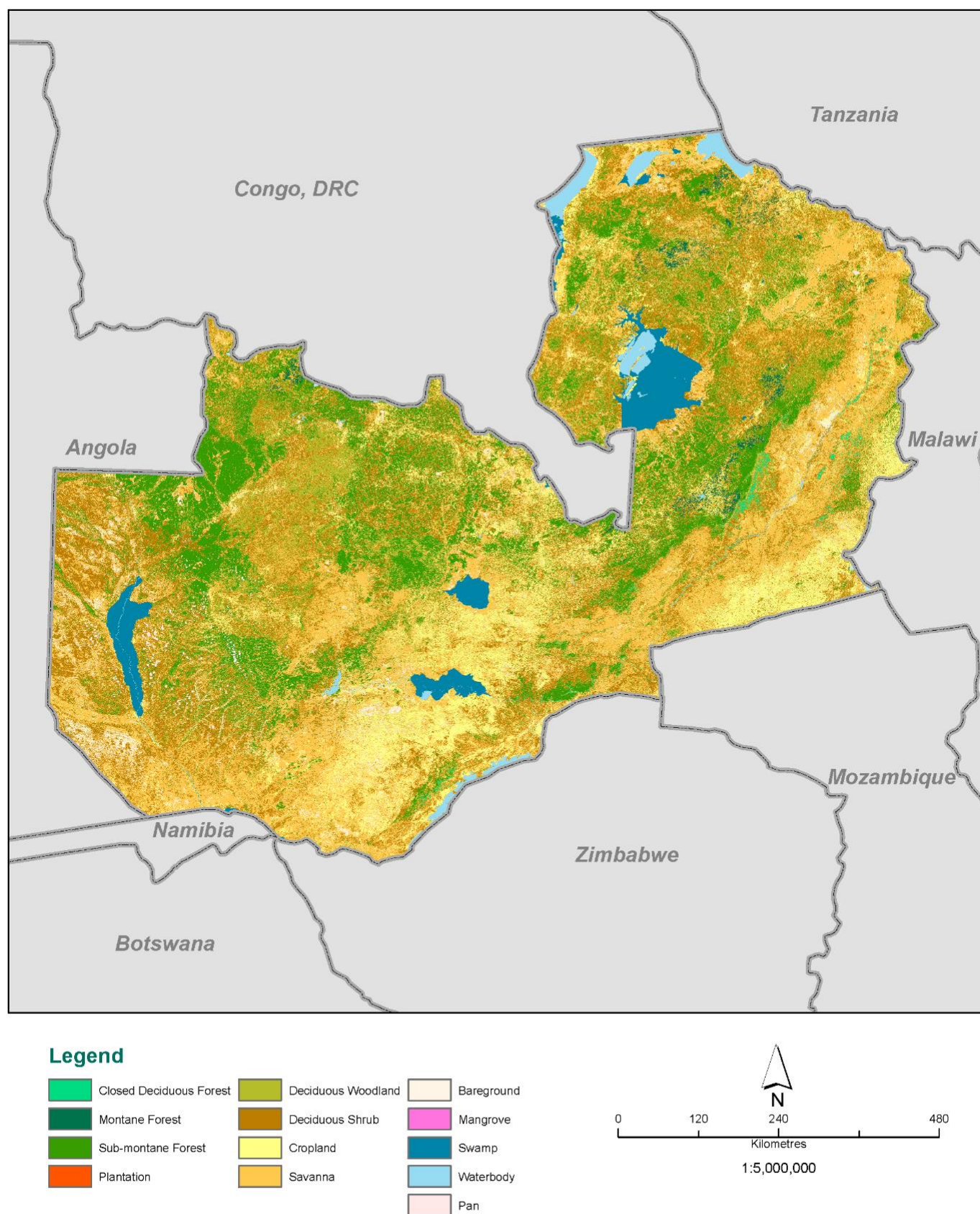
This map is a landcover classification of South Africa, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 23. Mapa de Distribuição Florestal da África do Sul de 2015



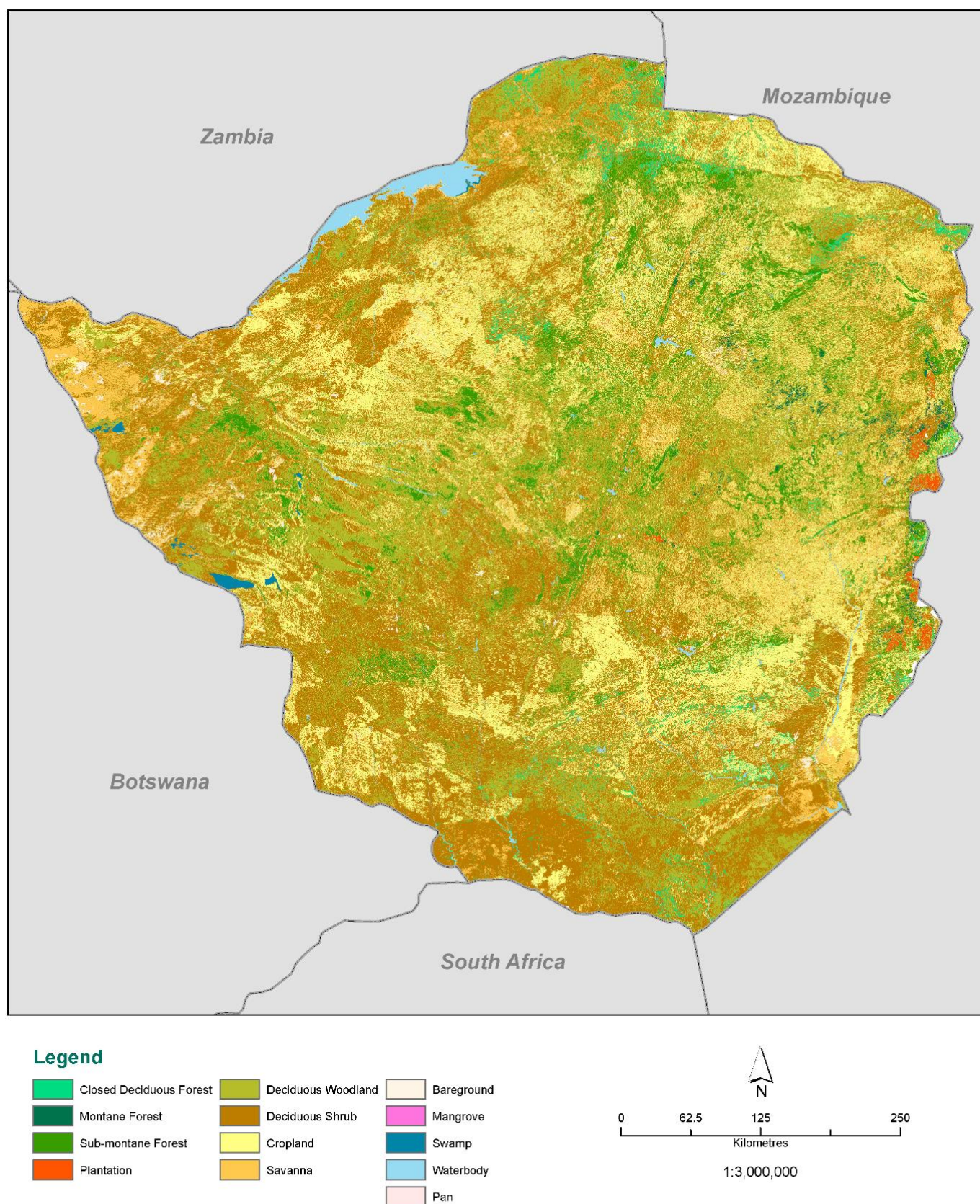
This map is a landcover classification of Tanzania, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 24. Mapa de Distribuição Florestal da Tanzânia de 2015



This map is a landcover classification of Zambia, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 25. Mapa de Distribuição Florestal da Zâmbia de 2015



This map is a landcover classification of Zimbabwe, derived from Landsat-8 satellite imagery captured in 2015-16. The Landsat-8 mosaic is shown in the inset map on the right. This classification map was produced by Hatfield Consultants Africa in September 2018 on behalf of JICA as part of the SADC/JICA Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa.

Figura 26. Mapa de Distribuição Florestal do Zimbabué de 2015

2. Avaliação da Precisão do FDM de 2015

Exemplo da Matriz de Avaliação de Precisão do FDM de um Estado membro da SADC:

Matriz de Avaliação de Precisão do FDM de Angola de 2015													
												Total de pontos de amostra seleccionados	Erro da Comissão (Exactidão do utilizador)
		Floresta	Floresta	Arbusto	Terra de cultivo	Savana	Primeiro plano	Mangue	Pântano	Corpo de água	Pan		
	Floresta	18	8									26	69%
	Floresta		4	2								6	67%
	Arbustos	1	6	8	4	3						22	36%
	Terra de cultivo	1		2	9	2	2					16	56%
	Savana		2	7	4	9						22	41%
	Primeiro plano			1	2	6	18			1		28	64%
	Mangue							20				20	100%
	Pântano								20			20	100%
	Corpo de água				1					19		20	95%
	Pan										20	20	100%
Total de pontos de amostra seleccionados		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	200	
Erro de omissão (Precisão do produtor)		90%	20%	40%	45%	45%	90%	100%	100%	95%	100%		72,5%

Avaliação da Precisão Global do FDM de 2015:

Foi realizada uma avaliação de precisão simplificada para estimar a fiabilidade global do mapa de classificação de cada Estado Membro. Foram recolhidos independentemente vinte (20) pontos de verificação aleatórios para cada país a partir de imagens de alta resolução na plataforma Google Earth e utilizados como contributo para criar uma matriz de confusão por país. Os resultados obtidos a partir desta abordagem devem ser considerados altamente subjectivos, uma vez que a colheita das imagens no Google Earth não é a mesma que a das imagens utilizadas para a classificação; contudo, devido à falta de dados verificados no campo, uma exactidão superior a 65% foi considerada aceitável.

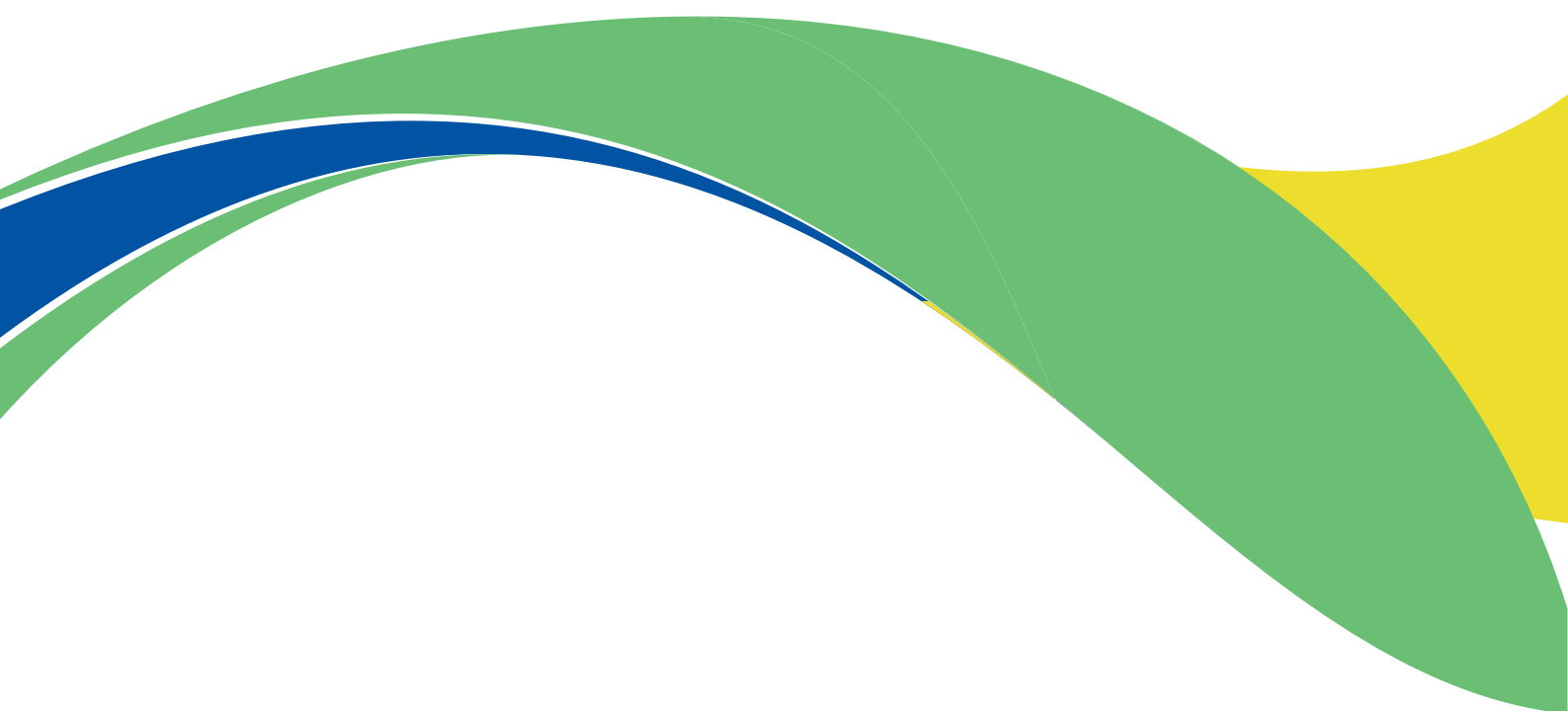
País	Precisão Geral (%)	Notas
Angola	73	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação das florestas e terrenos arbustivos.
Botswana	85	O resultado elevado foi registado porque a avaliação foi feito utilizando pontos verificados no terreno
Comoros	65	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação das florestas e terrenos arbustivos.
R. D. Congo	73	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação da floresta e terra de arbustos.
eSwatini	61	Os resultados da avaliação estão abaixo do intervalo aceitável. Os dados adicionais necessários para melhorar a classificação da floresta, terra arbustiva e savana.
Lesoto	47	São necessários dados adicionais para melhorar esta classificação
Madagascar	66	Os dados adicionais necessários para melhorar a classificação da terra arbustiva e savana
Malawi	53	A sazonalidade pode ser responsável pelos maus resultados desta análise. A terra de cultivo foi observada como terra nua no Google. Seriam necessários dados adicionais para aumentar a precisão da floresta e do mato
Maurícia	67	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação das florestas e terrenos arbustivos.
Moçambique	62	São necessários dados adicionais para melhorar a classificação da floresta e savana.
Namíbia	82	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável
Seicheles	66	Os resultados da avaliação são aceitáveis embora haja um excesso de estimativa da savana. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação dos arbustos e da savana.
África do Sul	71	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação da savana.
Tanzânia	72	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação das florestas e terrenos arbustivos.
Zâmbia	68	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação de florestas e matas
Zimbabué	65	Os resultados da avaliação estão dentro de um intervalo aceitável. Dados adicionais necessários para melhorar a classificação da floresta e terra de arbustos.

As matrizes de confusão individuais derivadas de cada avaliação de precisão e os pontos de verificação foram fornecidos num ficheiro separado.

Estes resultados destinam-se a servir de guia geral, uma vez que estão sujeitos a erro humano associado à interpretação de imagens dentro da plataforma Google Earth. Os utilizadores são aconselhados a reavaliar a exactidão uma vez obtidos os dados de validação de campo.

3. Manual

Existe um manual para a execução anual (uma vez por ano) dos guiões GEE para gerar dados para alimentar as funções de mudanças anuais e perspectivas florestais (5 anos do mapa de base). Este manual destina-se apenas ao pessoal técnico dos Estados Membros da SADC, para gerar dados para o seu próprio estado, a fim de alimentar o RFIS para calcular as mudanças do ano corrente e também para calcular as perspectivas florestais de cinco em cinco anos.



**SADC Headquarters
Plot 54385
Central Business District
Private Bag 0095
Gaborone, BOTSWANA
Tel: +267 395 1863
Fax: +267 397 2848
Email: registry@sadc.int
Website: www.sadc.int**

@2013 SADC Secretariat