



Ambasciata d'Italia  
MAPUTO



COOPERAZIONE  
ITALIANA  
COOPERAZIONE ITALIANA  
Ufficio per la  
Cooperazione allo Sviluppo



ESPANSIONE DEL SISTEMA  
INFORMATIVO DENOMINATO  
" AVALIAÇÃO INTEGRADA DAS  
FLORESTAS DE MOÇAMBIQUE", CON  
LE INFORMAZIONI STATISTICHE E  
CARTOGRAFICHE PRODOTTE DALLO  
ZONEAMENTO AGROECOLOGICO  
DEL MOZAMBICO



### SINTESI

Relatório sobre a criação dum geodatabase pela gestão e integração dos dados produzidos pelo ZAEN limitadamente às Províncias de Sofala e Manica.

Massimiliano Lorenzini

Maputo, 03/02/2014

C:\Users\RolXam\Desktop\final report v1.1.docx

lunedì 3 febbraio 2014

# 1 Resume Executivo

Neste relatório apresentam-se os resultados do trabalho levado a cabo no âmbito da consultoria com título “Espansione del sistema informativo denominato “Avaliação Integrada Das Florestas De Moçambique”, con le informazioni statistiche e cartografiche prodotte dallo Zoneamento Agro-ecologico del Mozambico (ZAEN)”.

Os resultados principais deste trabalho resumem se nos seguintes logros:

1. Geodatabase ZAEN entregue ao Departamento de Inventario de Recursos Naturais (DIRN) da Direção Nacional de Terras e Florestas (DNTF) – Ministerio de Agricultura (MINAG).
2. Atlas dos solos das províncias de Sofala e Manica a escala 1:250.000
3. Atlas do Uso e Cobertura da Terra (UCT) das províncias de Sofala e Manica a escala 1:250.000

E’ preciso realçar que o trabalho do consultor baseia-se sobre um conjunto de dados produzidos pelo consórcio RuralConsult-IUCN-RMSI no âmbito do projeto “Zoneamento Agro-Ecológico Nacional” e que os mesmos dados **não são considerados definitivos**<sup>1</sup>.

Encontraram-se varias deficiências em termos de abordagem metodológica assim como de consistência dos dados. Todas aquelas limitações que acharam-se corrigíveis foram corrigidas. Todavia ficam problemas que só o consórcio RuralConsult-IUCN-RMSI pode esclarecer/solucionar.

Espera-se que o presente relatório seja de utilidade para o DIRN pela componente UCT e para o Instituto de Investigação Agraria de Moçambique (IIAM) pela componente solos, para que encontrem-se rapidamente soluções às falhas e às carências documentais que serão evidenciadas no corpo deste documento

!

---

<sup>1</sup> Apesar que algum relatório apresenta a escrita RELATORIO FINAL!

## INDICE

<b>1</b>	<b>Resume Executivo</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Termos de Referencia</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Antecedentes (Historial)</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Avaliação dos dados do Zoneamento Agro ecológico Nacional</b>	<b>6</b>
5.1	Considerações preliminares	7
5.2	Tipos de dados disponibilizados	7
5.3	Organização dos dados até ora recebidos	8
5.4	Qualidade dos dados	10
5.5	Problemas encontrados	15
<b>6</b>	<b>Resultados</b>	<b>16</b>
6.1	O geodatabase ZAEN	17
6.2	Os Atlas dos solos e de uso e cobertura de terra (UCT)	18
6.3	Projeto "Perfiles"	21
<b>7</b>	<b>Conclusões e recomendações</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO I</b>		<b>28</b>
<b>ANEXO II</b>		<b>37</b>
<b>ANEXO III</b>		<b>40</b>
<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>40</b>
<b>2</b>	<b>Marco conceitual</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>Por além da teoria</b>	<b>42</b>
3.1	Os erros ZAEN	42
3.2	Explicação	44
<b>4</b>	<b>Resultados e considerações finais</b>	<b>47</b>

## 2 Introdução

O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural das Províncias de Manica e de Sofala - PADR pretende intervir no âmbito do Desenvolvimento Rural e Institucional nos Distritos, apoiando a agricultura comercial e o desenvolvimento económico local, através do fortalecimento das micro, pequenas e médias empresas, da administração pública e das organizações comunitárias.

A iniciativa tem como principal objetivo o *“Melhoramento do rendimento e das condições sociais das populações rurais das Províncias de Sofala e Manica, com prioridade para os Distritos de Dondo, Nhamatanda, Gorongosa, Chibabava, Gondola, Manica, Barué, Sussundenga”*, pretendendo alcançar os seguintes três resultados:

- 1 - Incremento das atividades geradoras de rendimento para o sector agrícola familiar (pequeno e médio), associações de produtores, transformadores e comerciantes, ligados às produções agropecuária e florestal;
- 2 - Aumento das capacidades de programação económica e territorial ao nível de Distritos e Províncias, com a participação das organizações comunitárias (OCB e CC);
- 3 - Melhoramento da gestão sustentável dos recursos naturais: terra e florestas.

A presente consultoria visa a fornecer uma contribuição para algumas componentes dos resultados 2 e 3.

### 3 Termos de Referencia

#### TERMOS DE REFERÊNCIA

##### Introdução: o Zoneamento Agro-Ecológico

Os dados produzidos pelo projecto do Governo de Moçambique, denominado "Zoneamento Agro - ecológico" (ZAEN), são de interesse para a gestão melhorada dos recursos naturais e o ordenamento territorial, e deveriam ser incorporados no SIAIFM.

De acordo com a informação colectada pelo consultor o trabalho tem como principal objectivo produzir um Zoneamento Agro - ecológico a nível nacional à escala de 1:250.000 em Moçambique. Os produtos esperados deste trabalho são:

1. Um mapa de solos revisto com a respectiva base de dados de solos na escala de 1:250.000;
2. Um mapa de uso e cobertura vegetal com a respectiva base de dados na escala de 1:250.000;
3. Zoneamento agro-ecológico a nível nacional na escala de 1:250.000;
4. Caracterização e avaliação do potencial agrário do recurso terra para diferentes tipos de uso (culturas alimentares e de rendimento incluindo os biocombustíveis, plantações de espécies florestais de crescimento rápido e o desenvolvimento pecuário);
5. Desenho de um banco de dados geográfico e espacial para o potencial agrário usando tecnologias como teledeteção (remote sensing), sistemas geográficos de informação (GIS), cartografia temática e trabalho de campo;
6. Preparação de mapas temáticos mostrando a distribuição espacial de vários temas de interesse.

O trabalho está concluído para a Província Sofala e em curso de finalização para a Província de Manica. O Programa PADR deverá formalizar com CENACARTA a entrega dos resultados para essas duas Províncias, que possui os dados.

Para continuar a melhoria do SIAIFM é indispensável que os dados cartográficos e estatísticos derivados do Zoneamento Agro-Ecológico sejam incorporados e disponíveis para o AIFM, na visão de fortalecer as capacidades futuras das Províncias no processo de planificação.

Em concreto, se recomenda implementar as seguintes termos de referência para incluir os dados do zoneamento agro-ecológico no SIAIFM:

#### Termos de Referencia

Título do projecto: Projecto de Expansão do Sistema de Informação do AIFM.

Local de trabalho: Direcção Nacional de Terras e Florestas.

Duração do Projecto: 12 meses.

Objectivo específico: Expandir e operacionalizar o Sistema de Informação do AIFM.

Resultados esperados:

1. Análise da qualidade e da estrutura dos dados produzidos pelo Zoneamento agro-ecológico;
2. Inclusão das informações estatísticas e cartográficas produzidas pelo Zoneamento agro-ecológico de Moçambique à escala de 1:250,000 na base de dados AIFM;
3. Transferido o conhecimento sobre o AIFM expandido aos técnicos do DIRN e nos SPFFB de Manica e Sofala.

## 4 Antecedentes (Historial)

No ano 2008 criou-se uma equipa ao nível central é constituída por técnicos do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM), nomeadamente Doutora Tereza Alves, Enga. Camila de Sousa, Eng. Jacinto Mafalacusser, Eng. Moisés Vilanculos, Eng. Ricardo Maria, dr Paulo Benzane, Sr Jorge Francisco e dr Mário Ruy Marques, e pelos técnicos da Direcção Nacional de Terras e Florestas (DNTF) nomeadamente Enga Carla Cuambe, Eng. Joaquim Macuácuca, Srs Castelo Banze, Danilo Cunhete e Pachis Mugas.

A tarefa desta equipa (coadjuvada por profissionais/técnicos de vários serviços provinciais) foi a realização do “ZONEAMENTO AGRÁRIO A NÍVEL NACIONAL” a escala 1:1.000.000.

A metodologia adotada neste estudo foi a seguinte:

### Metodologia

A metodologia utilizada neste zoneamento consistiu na recolha, sistematização e compatibilização das diferentes bases de dados existentes nomeadamente: (i) solos e clima - à escala de 1:1.000.000 (donde se derivaram as áreas potenciais para agricultura, reflorestamento para fins comerciais e pastagens), (ii) cobertura vegetal e uso de terra - à escala de 1:1.000.000 (donde se discriminaram as florestas produtivas, áreas actualmente cultivadas, plantações, áreas habitacionais, áreas de agricultura itinerante com florestas e florestas com agricultura itinerante, (iii) áreas de conservação (parques e reservas nacionais, coutadas), cadastro/concessões e florestas de protecção.

Para a avaliação do potencial agrário (agricultura de sequeiro, irrigação, reflorestamento e pastagens, assim como para as culturas de cana sacarina, mapira, mandioca e jatropha) foi utilizado o modelo de avaliação de terras - ALES “Automated Land Evaluation System” em uso no IIAM/DARN, pois é um modelo que permite a integração de dados de solos, clima e requisitos dos diferentes tipos de utilização de terra incluindo culturas. A visualização e sobreposição das diferentes bases temáticas assim como as estatísticas foram feitas utilizando os sistemas de informação geográfica ArcGIS e ILWIS.

O processo de exclusão dos diferentes tipos de cobertura vegetal teve como base o mapa da cobertura vegetal nacional e seguiu os seguintes passos:

1. Exclusão de todas as áreas ocupadas por florestas produtivas (florestas produtivas são formações florestais nativas donde se extrai produtos madeireiros e seus derivados, sendo constituídas por florestas densas sempre verdes e as densas decíduas, e as abertas sempre verdes e abertas decíduas. É de realçar que as florestas abertas sempre verdes e as florestas abertas decíduas constituem o maior habitat da fauna bravia).
2. Exclusão das formações vegetais classificadas de mangais e outros tipos de florestas localizadas nas nascentes naturais de rios e as formações florestais ribeirinhas.
3. Exclusão das áreas sem cobertura vegetal, por exemplo, dunas activas, leitos dos rios, lagoas sazonais.
4. Exclusão das áreas de conservação (parques e reservas nacionais), coutadas, cadastros/ concessões.
5. Exclusão das áreas actualmente em cultivo (culturas anuais), plantações florestais, pomares (cajeiro, coqueiro, citrinos, chá, etc.) e áreas habitacionais.

Em resumo, foram excluídas da terra disponível as áreas cobertas por florestas produtivas, mangais, campos cultivados (culturas anuais, canaviais), cultivos arbóreos (pomares de cajueiros, coqueiros, citrinos), plantações florestais, áreas descobertas (dunas não vegetadas, leitos de rios, etc.), áreas de conservação (parques e reservas), coutadas, cadastros/concessões e florestas de protecção.

A população rural pratica uma agricultura itinerante onde anualmente são abertas novas áreas de cultivo enquanto outras são deixadas em pousio representando diferentes estágios de sucessão da vegetação natural, formando assim mosaicos de machambas e floresta. Dependendo da área ocupada pela machamba e/ou floresta e vice-versa, estas unidades são classificadas como “Agricultura itinerante + floresta” e/ou “Floresta + agricultura itinerante”.

Durante a elaboração dos critérios de exclusão, e pela sensibilidade do assunto, o grupo de trabalho decidiu desenvolver dois cenários tendo em conta a terra classificada como “agricultura itinerante com floresta” e “floresta com agricultura itinerante”: o **Cenário 1** considera as áreas classificadas de “agricultura itinerante com florestas” e “florestas com agricultura itinerante” – **incluídas** na terra disponível, se consideradas somente para programas de extensão e fomento de culturas no sector rural; e o **Cenário 2** considera as áreas classificadas de “agricultura itinerante com florestas” e “florestas com agricultura itinerante” – **excluídas** da terra disponível, pois esta é onde a população rural garante a sua subsistência.

Os resultados deste trabalho indicaram claramente a necessidade de levar a cabo um zoneamento a uma escala maior, nomeadamente 1:250.000, para poder definir áreas prioritárias para uso agrícola a nível distrital.

## 5 Avaliação dos dados do Zoneamento Agro ecológico Nacional

O zoneamento Agro-Ecológico foi definido, no ano 2009, como um projeto prioritário pela gestão do território nacional numa perspetiva de otimização do uso da terra por atividades agrícolas e silviculturais.

Por uma melhor compreensão das tarefas a realizar e dos resultados esperados, juntam-se no ANEXO I. os termos de referência deste projeto.

Um consórcio formado pelas seguintes organizações/empresas iniciou o trabalho de levar a cabo o trabalho de acordo aos termos de referência definidos pelo Ministério de Agricultura.



Objetivos principais do zoneamento Agro-Ecológico nacional foram produzir:

- Mapas de Uso e Cobertura da Terra
- Mapas do Solos
- Mapas de Aptidão

## 5.1 Considerações preliminares

### O presente relatório baseia-se sobre dados preliminares

fornecidos pelo consórcio que está a realizar o trabalho. Como evidenciado na Ilustração 1, só sete Províncias foram finalizadas mas os dados entregados até hoje ao DIRN são com certeza incompletos.

Por esta razão os comentários apresentados nas próximas paginas têm que ser tomados com muito cuidado referindo-se a dados que não se podem classificar como finais.

O autor teve acesso a 7 DVDs entregue ao DIRN incluindo entre outros, 2204 shapefiles e uma grande quantidade de tabelas (formato Excel) e mapas (formato PDF ou JPG) prontos para ser impressos.

O objetivo principal deste trabalho era de integrar os dados do ZAEN adentro do Sistema Informativo do DIRN (AIFM+) avaliando ao mesmo tempo a qualidade dos dados.

Seguem algumas considerações sobre a espantosa quantidade de dados fornecida pelos consultores do ZAEN.

## 5.2 Tipos de dados disponibilizados

Por razões desconhecidas a maioria dos dados cartográficos (layers GIS – shapefiles) são recortados por celas de 1° x 1°, correspondentes as folhas 1:250.000 da DINAGECA. Infelizmente o consultor parece ter feito uma interpretação bastante original dos termos de referência do ZAEN: com referência à **V. Resultados esperados (outputs) ponto 3)** podemos ler

*“Mapas da distribuição de terra disponível para actividade agrária a nível nacional e respectivo potencial agro-ecológico, à escala de 1:250.000, em formato digital (raster) e analógico (impressão offset), em tamanho das folhas topográficas da cartografia sistemática nacional (102 folhas, cada folha cobrindo 1°x1°), com base no novo sistema nacional de coordenadas - MOZNET (Elipsóide: WGS84; Projecção: UTM36S e UTM37S; Datum: Moznet [ITRF94]).”*

Cabe realçar que mapas “em tamanho das folhas topográficas da cartografia sistemática nacional (102 folhas, cada folha cobrindo 1° x 1°)” **DE FORMA NENHUMA** quer dizer partir os layers provinciais dos solos e de uso/cobertura da terra em centenas (102!) de shapefiles!

Cabe também recordar que

- ✚ Fala-se explicitamente de “Mapas da distribuição de terra disponível para actividade agraria a nível nacional e respectivo potencial agro-ecológico”.
- ✚ E que nos mesmos termos de referência (**V. Resultados esperados (outputs) ponto 2)** também fala-se de “A **Base de Dados Georeferenciados**”. Entregar os dados em shapefiles 1° x 1° implica para qualquer usuário GIS ter que reconstruir layers provinciais & nacionais.



Ilustração 1

É difícil entender porque os dados não foram organizados por capas provinciais em vez de “folhas”. A produção de mapas recortados por “folha” é um processo muito simples aonde **NÃO**

#### REMEDIIO 1:

- ✚ Reunir todas as folhas, seja de Solos que de LULC (esperando não encontrar problemas de co linearidade) em layers provinciais.
- ✚ Expandir afora dos limites provinciais os layers (ref. Relatório PADR Inventario Florestal de Sofala – Lorenzini, Setembro 2013)
- ✚ Transferir os shapefiles num Geodatabase para controlos de qualidade (principalmente topologia) e sucessivas elaborações

**É PRECISO CORTAR NADA**, como demonstra-se na produção dos dois Atlas que acompanham o presente relatório (ref. Paragrafo 6.2 - Os Atlas dos solos e de uso e cobertura de terra (UCT))

### 5.3 Organização dos dados até ora recebidos

Não se utilizou o modelo de dados geodatabase!

Sim, esta’ certo, nos Termos de Referencia esta’ escrito que a base de dados estará feita “com os *planos temáticos* disponíveis nos formato *ESRI shapefile*,” , mas...

... É difícil falar de base de dados georreferenciados só reunindo mais de 2200 shapefiles (sendo que cada shapefiles pode incluir até 7 ficheiros estamos falando de aproximadamente 15000 ficheiros). Até o mesmo ArcGIS, a começar da versão 10.0, adota por defeito o geodatabase come modelo de dados. Este relatório não visa a ser um manual de bom uso do GIS e há uma vasta literatura para explicar pros e contras dos modelos de dados Shapefile vs. Geodatabase.

#### REMEDIIO 2:

Depois das modificações/corricões do REMEDIIO 1 foi realizada a transferência dos dados no Geodatabase ZAEN (AIFM+).

- ✚ Os milhares de shapefiles entregues á DNTF são simplesmente organizados em pastas estilo:

- PROVINCIA
  - LULC
  - SOLOS
  - APTIDÃO

Todavia esta estrutura não é sempre respeitada e há casos aonde shapefiles de aptidão encontram-se adentro da pasta LULC.

- ✚ Parece haver uma falta de homogeneidade na recolha, organização e apresentação dos dados por as diferentes províncias. A Tabela 1 foi criada para evidenciar inconsistências na apresentação dos dados pelo que diz respeito á componente GIS do ZAEN.

No específico, considerando o objetivo final de incluir os dados ZAEN na estrutura dos gedatabases do DIRN, tomaram se em conta os seguintes elementos:

- LULC:
  - INTEIRA: Disponibilidade de shapefiles provinciais
  - FOLHAS: Disponibilidade de shapefiles "por folha"
  - PST: Estrutura da classificação das classes. O indicador PST refere-se á classificação utilizando o conceito de polígono mistura com classe Primaria/Secundaria e Terciaria.
- SOLOS:
  - INTEIRA: Disponibilidade de shapefiles provinciais
  - FOLHAS: Disponibilidade de shapefiles "por folha"
  - ATTRIBUTES: Estrutura das tabelas de atributos: Y quer dizer que há pormenores (textura, profundidade, etc. de cada horizonte) sobre os solos, N significa falta desta informação.
- SOLOS (Pontos)
  - INTEIRA: Disponibilidade de shapefiles provinciais
  - FOLHAS: Disponibilidade de shapefiles "por folha"
  - ATTRIBUTES: Estrutura das tabelas de atributos: Y quer dizer que há pormenores (textura, profundidade, etc. de cada horizonte) sobre os solos, N significa falta desta informação.

Limitadamente às Provincias de Sofala e Manica podem-se evidenciar as seguintes anomalias/falhas:

### **Sofala:**

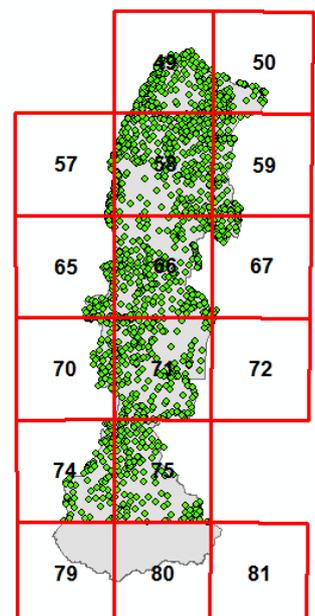
LULC => Foi preciso fazer o mosaico das folhas 1º x 1º  
SOLOS => Foi preciso fazer o mosaico das folhas 1º x 1º  
SOLOS (Pontos) => Falta total de dados.

### **Manica:**

LULC => Inconsistência na interpretação.  
Contrariamente à maioria das provincias aonde adoptou-se o critério de polígono "mistos", com até três classes, em Manica os polígonos são "puros", é dizer 100% com uma cobertura/uso da terra.

SOLOS=> Ver nota a pé de página número 6 na página seguinte.

SOLOS (Pontos)=> Foi preciso fazer o mosaico das folhas 1º x 1º descobrindo que faltam todos os pontos correspondentes às folhas 79,80 e 81 como ilustrado na figura ao lado.  
De toda maneira a análise destes pontos revela que o único dado associado e' o tipo de solo.  
Em outras palavras uma informação inútil.  
Faltam os dados (profundidade, permeabilidade, PH, etc.) associados à cada polígono.



PROVÍNCIA	LULC			SOLOS			SOLOS (PONTOS)		
	INTEIRA <sup>2</sup>	FOLHAS	PST <sup>3</sup>	INTEIRA	FOLHAS	ATTRIBUTES <sup>4</sup>	INTEIRA	FOLHAS	ATTRIBUTES <sup>5</sup>
Manica	Y	Y	N	Y	Y	Y <sup>6</sup>	N	Y	N
Sofala	N	Y	Y	N	Y	N	N	N	N

Com referência aos problemas ligados aos solos encontra-se no ANEXO I a acta duma reunião realizada o dia 10 de Outubro de 2010 com o engenheiro Moisés Vilanculos e o engenheiro Jacinto Mafalacussier.

#### 5.4 Qualidade dos dados

Neste momento, faltando documentação sobre os dados (metadados) e sobre as metodologias utilizadas, é difícil avaliar a qualidade dos dados. Podemos dizer que controlos topológicos revelam que não há erros na geometria, todavia los dados associados (attribute tables) apresentam erros e inconsistências dos quais não todos podem se solucionar.

A seguinte tabela ilustra os problemas em harmonizar os atributos dos dois layers **Solos** das províncias de Sofala e Manica. Em cores as colunas pelas quais foi possível encontrar uma correspondência sobre a base do nome do campo. Aquelas, mas a esquerda no caso de Sofala e mais a direita para Manica são casos aonde ou há falta de informação (medições do Ph feitas em Sofala, mas não em Manica) ou não esta clara a forma de ligar os campos.

**Sem dúvida um documento a descrever cada tabela seria MUITO útil!**

<sup>2</sup> Shapefile único para toda a província

<sup>3</sup> Polígonos mistura com classe Primaria, Secundaria e Terciária

<sup>4</sup> Entende-se com ATTRIBUTES o listado dos parâmetros físicos, químicos, texturais do polígono mapeado, como no mapa 1:1.000.000 do IIAM

<sup>5</sup> Entende-se com ATTRIBUTES o listado dos parâmetros físicos, químicos, texturais do ponto aonde foi levado a cabo o levantamento dos dados de campo (perfil pedológico)

<sup>6</sup> Atributos associados somente ao layer provincial?

SOFALA		
OBJECTID	Long Integer	4
Geo1	Short Text	254
Geo2	Short Text	254
Geo_Code	Double	8
Lf_Class	Short Text	50
LF_Code	Short Text	20
Topo_Class	Short Text	50
Topo_Code	Short Text	20
LULC_Name	Short Text	25
LULC_Code	Double	8
Soil_Code	Short Text	30
NL	Short Text	15
D_Soil_Cod	Short Text	254
D_Drainage	Short Text	254
D_Depth1	Short Text	254
D_Depth2	Short Text	254
D_Depth3	Short Text	254
D_Depth4	Short Text	254
D_Depth5	Short Text	254
D_Depth6	Short Text	254
D_Color1	Short Text	254
D_Color2	Short Text	254
D_Color3	Short Text	254
D_Color4	Short Text	254
D_Color5	Short Text	254
D_Color6	Short Text	254
D_Mottles1	Double	8
D_Mottles2	Double	8
D_Mottles3	Short Text	254
D_Mottles4	Short Text	254
D_Mottles5	Short Text	254
D_Mottles6	Short Text	254
D_Texture1	Short Text	254
D_Texture2	Short Text	254
D_Texture3	Short Text	254
D_Texture4	Short Text	254
D_Texture5	Short Text	254
D_Texture6	Short Text	254
D_Structur	Short Text	254

MANICA		
OBJECTID	Long Integer	4
D_Geology	Short Text	254
D_Geo_Lege	Short Text	254
D_SHEETNO	Double	8
D_LABTEXTU	Short Text	254
SoilCode	Short Text	10
D_DRAINAGE	Short Text	254
D_DEPTH1	Short Text	254
D_DEPTH2	Short Text	254
D_DEPTH3	Short Text	254
D_DEPTH4	Short Text	254
D_DEPTH5	Short Text	254
D_DEPTH6	Short Text	254
D_COLOR1	Short Text	254
D_COLOR2	Short Text	254
D_COLOR3	Short Text	254
D_COLOR4	Short Text	254
D_COLOR5	Short Text	254
DCOLOR6	Short Text	254
D_MOTTLING	Short Text	254
D_MOTTLI_1	Short Text	254
D_MOTTLI_2	Short Text	254
D_MOTTLI_3	Short Text	254
D_MOTTLI_4	Short Text	254
D_MOTTLI_5	Double	8
D_TEXTURE1	Short Text	254
D_TEXTURE2	Short Text	254
D_TEXTURE3	Short Text	254
D_TEXTURE4	Short Text	254
D_TEXTURE5	Short Text	254
D_TEXTURE6	Short Text	254
D_STRUCTURE	Short Text	254

			D_Struct_1	Short Text	254
			D_Struct_2	Short Text	254
			D_Struct_3	Short Text	254
			D_Struct_4	Short Text	254
			D_Struct_5	Short Text	254
D_Struct_6	Short Text	254			
			D_Gravel1	Short Text	254
			D_Gravel2	Short Text	254
			D_Gravel3	Short Text	254
			D_Gravel4	Short Text	254
			D_Gravel5	Short Text	254
			D_Gravel6	Short Text	254
			D_Nodules1	Double	8
			D_Nodules2	Double	8
			D_Nodules3	Double	8
			D_Nodules4	Double	8
			D_Nodules5	Short Text	254
			D_Nodules6	Short Text	254
			D_CA_1	Short Text	254
			D_CA_2	Short Text	254
			D_CA_3	Short Text	254
			D_CA_4	Short Text	254
			D_CA_5	Short Text	254
			D_CA_6	Short Text	254
D_PH_1	Short Text	254			
D_PH_2	Short Text	254			
D_PH_3	Short Text	254			
D_PH_4	Short Text	254			
D_PH_5	Short Text	254			
D_PH_6	Short Text	254			
			D_CE_1	Double	8
			D_CE_2	Short Text	254
			D_CE_3	Short Text	254
			D_CE_4	Short Text	254
			D_CE_5	Short Text	254
			D_CE_6	Short Text	254
			D_Prefix	Short Text	254
			D_Order	Short Text	254
			D_Suffix	Short Text	254
			D_Profile_	Short Text	254
D_NL	Short Text	254			
SD_NL	Short Text	254			

D_STRUCTURE1	Short Text	254			
D_STRUCTURE2	Short Text	254			
D_STRUCTURE3	Short Text	254			
D_STRUCTURE4	Short Text	254			
D_STRUCTURE5	Short Text	254			
			D_GRAVEL1	Short Text	254
			D_GRAVEL2	Short Text	254
			D_GRAVEL3	Short Text	254
			D_GRAVEL4	Short Text	254
			D_GRAVEL5	Short Text	254
			D_GRAVEL6	Short Text	254
			D_NODULES1	Short Text	254
			D_NODULES2	Short Text	254
			D_NODULES3	Short Text	254
			D_NODULES4	Short Text	254
			D_NODULES5	Short Text	254
			D_NODULES6	Short Text	254
			D_CARBNAT	Short Text	254
			D_CARB_2	Short Text	254
			D_CARB_3	Short Text	254
			D_CARB_4	Short Text	254
			D_CARB5	Short Text	254
			D_CARB6	Double	8
			D_CE1	Double	8
			D_CE2	Double	8
			D_CE3	Double	8
			D_CE4	Double	8
			D_CE5	Double	8
			D_CE6	Double	8
			SD_Prefix	Short Text	254
			SD_Order	Short Text	254
			SD_Suffix	Short Text	254
			D_PROFILEN	Short Text	254

D_NatClass	Short Text	254
SDom_Natio	Short Text	254

SD_Soil_Co	Short Text	254
SD_Prefix	Short Text	254
SD_Order	Short Text	254
SD_Suffix	Short Text	254

SD_Profile	Short Text	254
SD_Drainag	Short Text	254
SD_Depth1	Short Text	254
SD_Depth2	Short Text	254
SD_Depth3	Short Text	254
SD_Depth4	Short Text	254
SD_Depth5	Short Text	254
SD_Depth6	Short Text	254
SD_Color1	Short Text	254
SD_Color2	Short Text	254
SD_Color3	Short Text	254
SD_Color4	Short Text	254
SD_Color5	Short Text	254
SD_Color6	Short Text	254
SD_Mottles	Double	8
SD_Mottl_1	Short Text	254
SD_Mottl_2	Short Text	254
SD_Mottl_3	Short Text	254
SD_Mottl_4	Short Text	254
SD_Mottl_5	Short Text	254
SD_Texture	Short Text	254
SD_Textu_1	Short Text	254
SD_Textu_2	Short Text	254
SD_Textu_3	Short Text	254
SD_Textu_4	Short Text	254
SD_Textu_5	Short Text	254
SD_Structu	Short Text	254
SD_Struc_1	Short Text	254
SD_Struc_2	Short Text	254
SD_Struc_3	Short Text	254
SD_Struc_4	Short Text	254
SD_Struc_5	Short Text	254
SD_Gravel1	Double	8
SD_Gravel2	Short Text	254
SD_Gravel3	Double	8
SD_Gravel4	Double	8
SD_Gravel5	Short Text	254
SD_Gravel6	Short Text	254

SD_PROFILE	Short Text	254
SD_DRAINAG	Short Text	254
SD_DEPTH1	Short Text	254
SD_DEPTH2	Short Text	254
SD_DEPTH3	Short Text	254
SD_DEPTH4	Short Text	254
SD_DEPTH5	Short Text	254
SD_DEPTH6	Short Text	254
SD_COLOR1	Short Text	254
SD_COLOR2	Short Text	254
SD_COLOR3	Short Text	254
SD_COLOR4	Short Text	254
SD_COLOR5	Short Text	254
SDCOLOR6	Short Text	254
SD_MOTTLIN	Short Text	254
SD_MOTTL_1	Short Text	254
SD_MOTTL_2	Short Text	254
SD_MOTTL_3	Short Text	254
SD_MOTTL_4	Short Text	254
SD_MOTTL_5	Short Text	254
SD_TEXTURE	Short Text	254
SD_TEXTU_1	Short Text	254
SD_TEXTU_2	Short Text	254
SD_TEXTU_3	Short Text	254
SD_TEXTU_4	Short Text	254
SD_TEXTU_5	Short Text	254
SD_STRUCTU	Short Text	254
SD_STRUC_1	Short Text	254
SD_STRUC_2	Short Text	254
SD_STRUC_3	Short Text	254
SD_STRUC_4	Short Text	254
SD_STRUC_5	Short Text	254
SD_GRAVEL1	Short Text	254
SD_GRAVEL2	Short Text	254
SD_GRAVEL3	Short Text	254
SD_GRAVEL4	Short Text	254
SD_GRAVEL5	Short Text	254
SD_GRAVEL6	Short Text	254

SD_Geology	Short Text	254
SD_Geo_Leg	Short Text	254
SD_SHEETNO	Double	8



Também no caso dos layers UCT encontraram-se diferenças substanciais na estrutura das tabelas de atributos (Tabela 1).

O elemento mais surpreendente foi descobrir que na Província de Manica utilizou-se uma classe única de UCT para definir cada polígono. Ao contrário na Província de Sofala adotou-se o sistema dos polígonos “mistos” com classe primária, secundária e terciária (ref. ANEXO III).

UCT Manica			UCT Sofala		
Name	Type	Size	Name	Type	Size
	Long			Long	
OBJECTID	Integer	4	OBJECTID	Integer	4
NUMERO	Short Text	8	User_Name	Short Text	50
User_Code	Short Text	25	User_Code	Short Text	10
LC_Categor	Short Text	254	MainLULC_P	Short Text	10
Domain_	Short Text	254	MainLULC	Short Text	50
Group_	Short Text	254	SecLULC_P	Short Text	10
Remarks	Short Text	254	SecLULC	Short Text	50
User_Name	Short Text	50	TerLULC_P	Short Text	10
Tree_Cover	Short Text	254	TerLULC	Short Text	50
Area	Double	8	Tree_Cover	Short Text	20
			DISTRITO	Short Text	30
			Area	Double	8
			NUMERO	Short Text	8

*Tabela 1 - estrutura das tabelas de atributos das duas UCT da região PADR*

Como explicado no capítulo 7 foram adotadas medidas para harmonizar as tabelas de atributos e juntar os layers, seja dos solos que do UCT, ao fim de produzir layers regionais.

## 5.5 Problemas encontrados

- ✚ O trabalho de mapeamento do uso e cobertura da terra, levado a cabo “por Província” parece, no caso das províncias de Sofala e Manica, ter tido em escassa consideração a necessidade (falando-se de zoneamento nacional) de juntar mapas de LULC de mais províncias. Na Ilustração 2 evidenciam-se diferenças na interpretação das imagens de satélite com conseqüente incongruências entre o lado de Manica (polígonos amarelos) e aquele de Sofala (polígonos color purpura).

### REMEDIO 3:

Mais que um remédio neste caso pode-se falar dum sinal de alerta pormenorizado. Foram produzidos dois Atlas (UCT e de Solos) na escala 1:250.000 das Províncias de Sofala e Manica que evidenciam claramente os erros nas regiões de confine entre Províncias. Estes mapas, em formato PDF são disponíveis no DIRN juntos ao geodatabase ZAEN. O presente relatório, por além do Departamento, direito beneficiário do trabalho, será entregue aos outros órgãos competentes, IIAM no caso dos solos, para que solicitem os produtores dos dados para corrigir os erros.

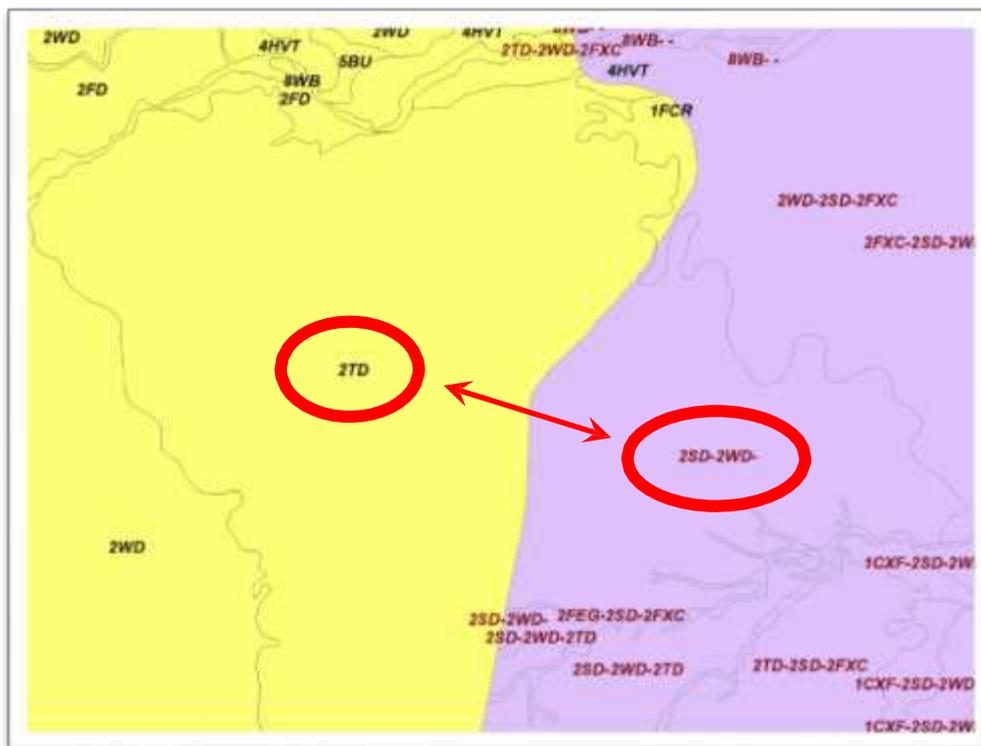


Ilustração 2- Inconsistências nas regiões de confine entre as UCT provinciais

Tabela 2

- Em fim cabe recordar que a análise da aptidão seguiu evidentemente uma abordagem provincial sendo que a maioria dos cultivos analisados não cobrem da mesma maneira as 2 províncias. Muita informação é disponível só em formato digital para impressão (PDF ou JPEG). Por enquanto os dados entregue pelo consorcio não contém nenhum documento relativo á metodologia (entende-se pormenores agro - climatológicos utilizados pela definição das três classes de aptidão) utilizada. A Tabela 2 ilustra os cultivos analisados até hoje.
- Resumiram-se nesta tabela só os cultivos dos quais encontraram-se evidências em termos ou de ficheiros para impressão (PDF\JPG).

MANICA	SOFALA
Beans	
Cashew	
Cassava	
Citrus	
Cotton	
Cowpea	
Forest	Forest
Groundnut	
Jatropha	Jatropha
livestock	
Maize	Maize
Mango	
Millet	
Pineapple	
Potato	
Rice	Rice
Soja	
Sorghum	
Sugarcane	Sugarcane
Sunflower	
Sweetpotato	

## 6 Resultados

Os seguintes dois parágrafos ilustram os resultados obtidos no âmbito da presente consultoria.

O geodatabase foi transferido nos servidores do DIRN o dia 27 de Janeiro de 2014.

## 6.1 O geodatabase ZAEN

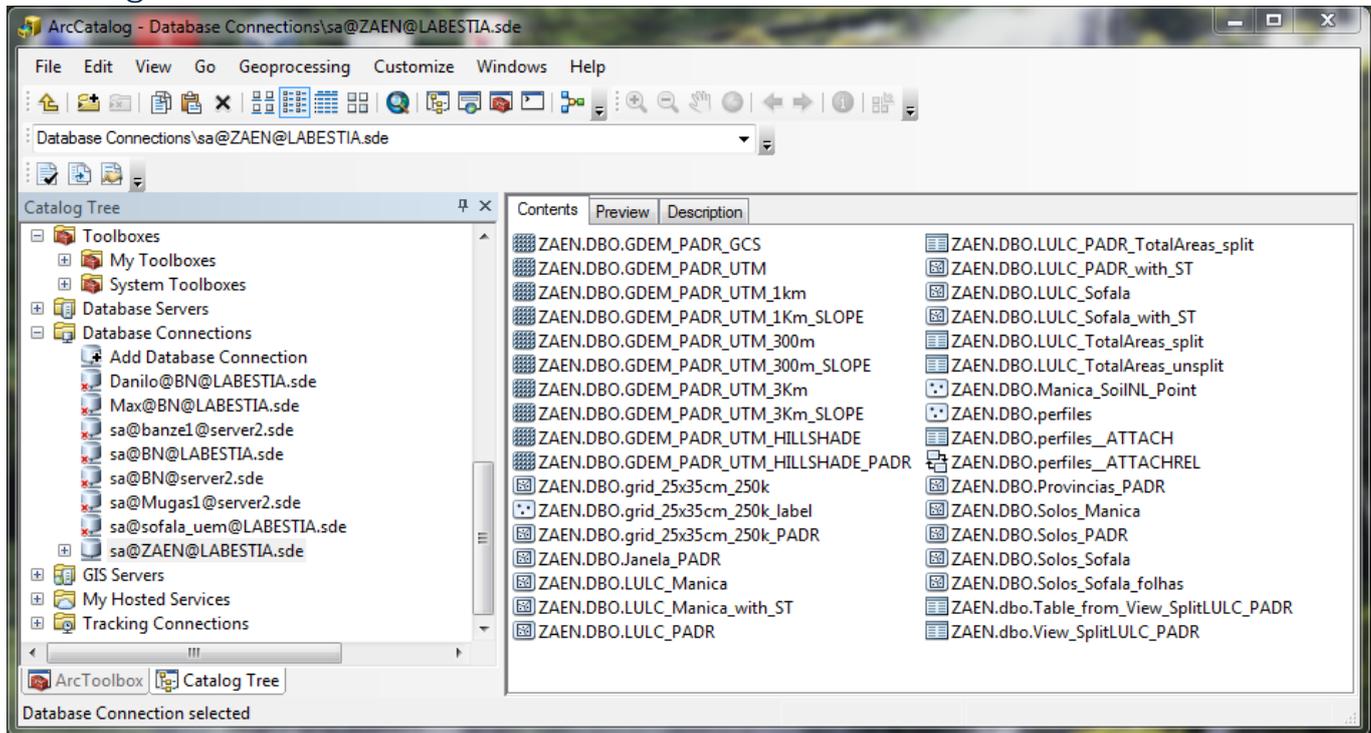


Ilustração 3 - Conteúdo do geodatabase ZAEN

O conteúdo do geodatabase ZAEN (cujo conteúdo é mostrado sinteticamente através de uma janela ArcCATALOG em Ilustração 3) pode resumir-se nos seguintes elementos espaciais e tabulares:

- ✚ Layers:
  - LULC\_Manica:  
Uso e cobertura da terra da Província de Manica
  - LULC\_Sofala  
Uso e cobertura da terra da Província de Sofala
  - LULC\_PADR  
Uso e cobertura da terra da Região PADR (Manica + Sofala) – ver o capítulo “Conclusões e recomendações” com referência a’ tabela de atributos
  - Solos\_Manica  
Solos da Província de Manica
  - Solos\_Sofala  
Solos da Província de Sofala
  - Solos\_PADR  
Solos da Região PADR (Manica + Sofala) – ver o capítulo “Conclusões e recomendações” com referência a’ tabela de atributos
- ✚ Tabelas (físicas e virtuais):
  - View\_SplitLULC\_PADR  
Tabela virtual criada com script SQL com os elementos básicos (polígonos e subcomponentes) para os cálculos das áreas de classes UCT. Ver o ANEXO III para uma discussão pormenorizada sobre o tema.
  - Table\_from\_View\_SplitLULC\_PADR  
Tabela física copia da “view” descrita anteriormente.
  - LULC\_PADR\_TotalAreas\_Split  
Áreas totais das classes UCT na Região PADR

#### Experimental:

Esta secção será detalhada no parágrafo 6.3 Projeto “Perfiles”

- Perfis
- Perfis\_ATTACH
- Perfis\_ATTACHREL

Por além destes elementos encontram-se também outros layers de utilidade para a produção de mapas (rasters DEM, SLOPE, HILLSHADE) e de organização dos Atlas (grid\_25x35cm\_250k\_PADR).

## 6.2 Os Atlas dos solos e de uso e cobertura de terra (UCT)

Os atlas foram produzidos utilizando a tecnologia ESRI chamada “data driven pages”.

Esta tecnologia foi introduzida na versão 10.0 do ArcGIS 10.0 for Desktop.

Recomenda-se a leitura do “help” de ArcGIS para os pormenores e um tutorial passo-a-passo.

Ilustram-se nas páginas seguintes as etapas para a produção do Atlas dos solos. Mesma metodologia foi utilizada para o Atlas do Uso e Cobertura da Terra.

Resumindo o autor

1. Decidiu o tamanho do papel de apresentação dos mapas: A3 (420x297 mm)
2. Decidiu a área para destinar ao mapa em cada folha: 350x250 mm
3. Calculou as medidas (em metros) correspondentes ao tamanho da área dos mapas, pela escala requerida (1:250.000):
  - a. Em direção horizontal: 350 mm x 250 (distancia no terreno em metros correspondente a 1 mm) = 87.500 metros
  - b. Em direção vertical: 250 mm x 250 (distancia no terreno em metros correspondente a 1 mm) = 62.500 metros
4. Criou, utilizando um modelo (ModelBuilder) como aquele em Ilustração 4, a grelha de referência de todas as folhas escala 1:250.000 para impressão em folhas A3

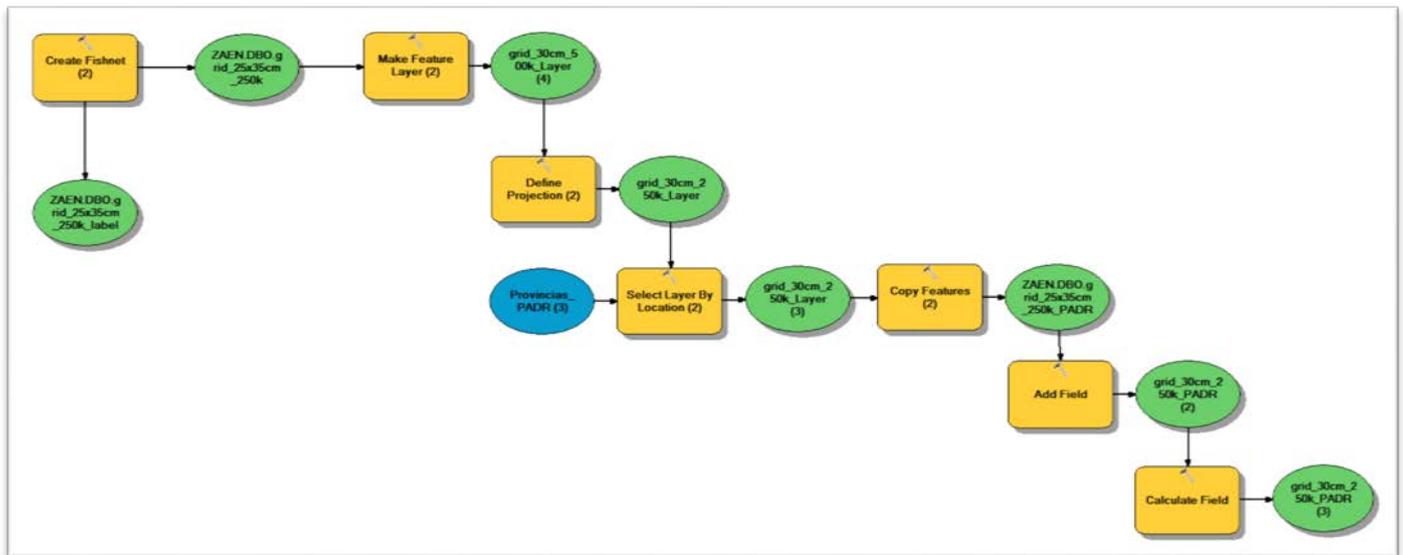


Ilustração 4 – Modulo ModelBuilder pela criação da grelha de referência (quadro de União das folhas dos Atlas)

5. Criou um “map document” (projeto ArcMAP) ativando a função “data driven pages” como mostrado na Ilustração 5.

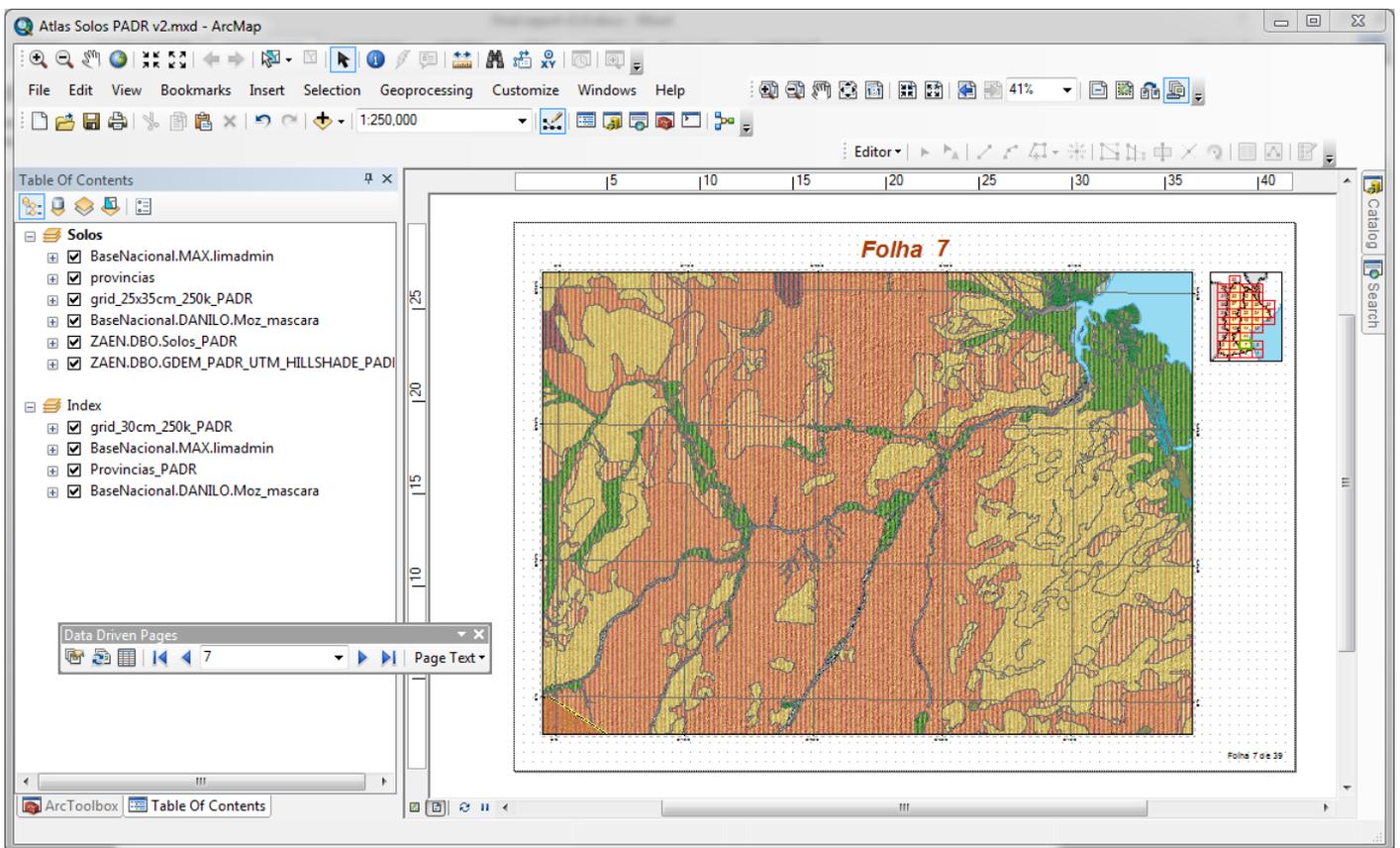
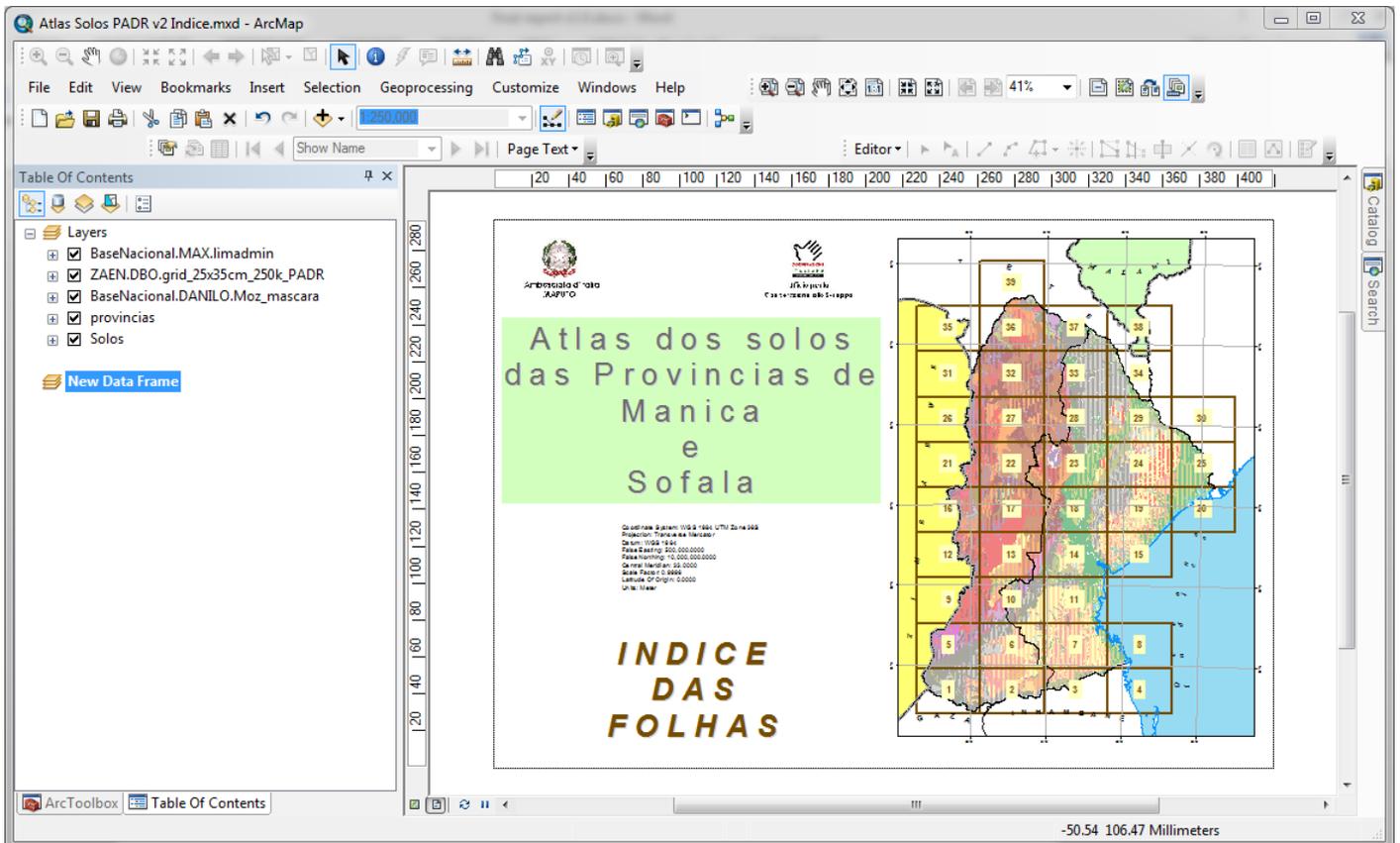
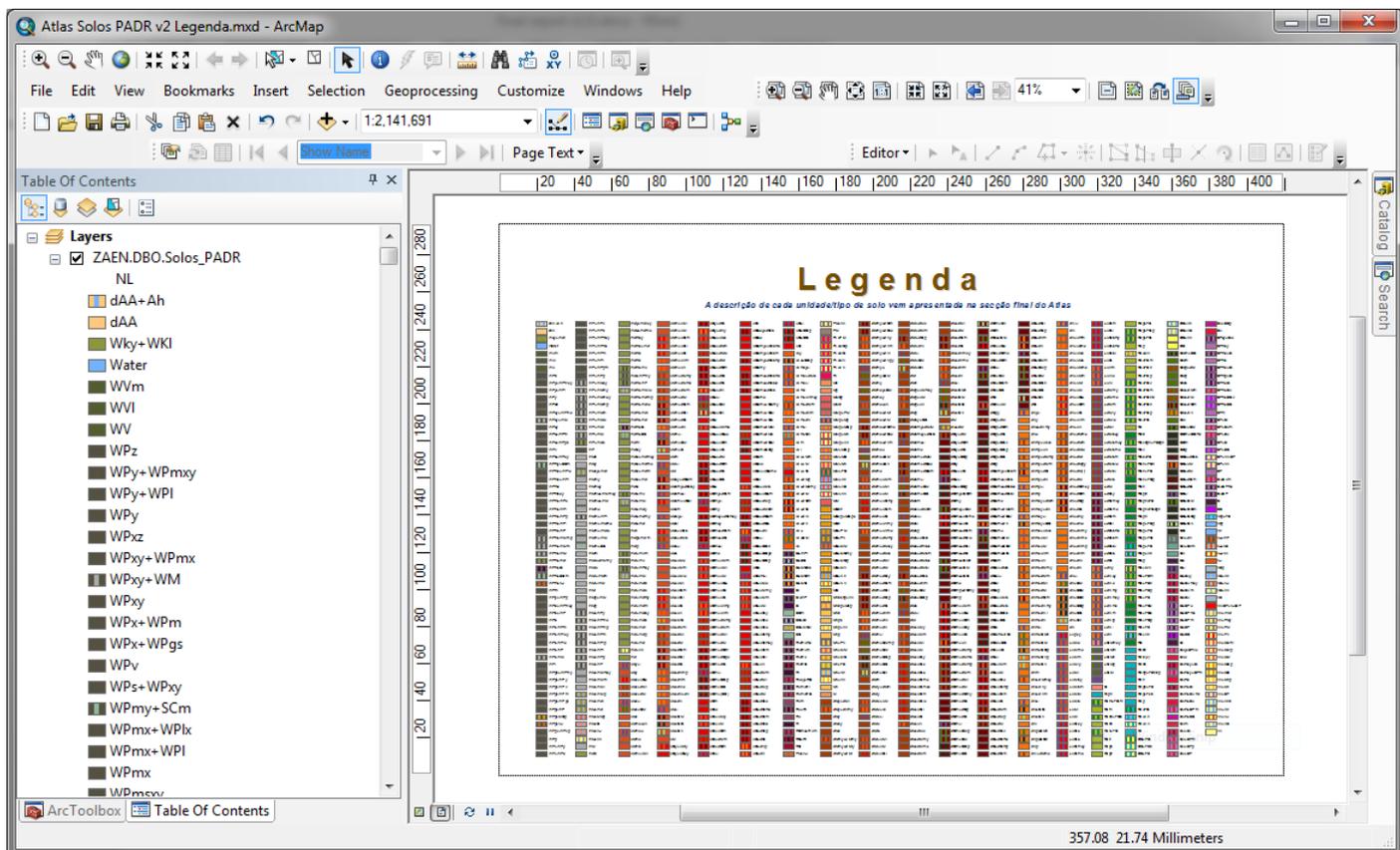


Ilustração 5 - Data Driven Page map document

6. Criou também outros dois map documents:
  - a. Um para a página "índice das folhas"



- b. Outro pela página "Legenda"



7. Capa e notas explicativas dos solos foram produzidos com Word e exportados em PDF
8. Em fim, através do código Python reportado no Script 1, foi produzido o Atlas dos Solos.

```

import arcpy, os

# Create an output location variable
outDir = r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos"

# Create a new, empty pdf document in the specified output location folder
finalpdf_filename = outDir + r"\as_FINAL.pdf"
if os.path.exists(finalpdf_filename):
    os.remove(finalpdf_filename)
finalPdf = arcpy.mapping.PDFDocumentCreate(finalpdf_filename)

# Add the title page to the pdf
finalPdf.appendPages(r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos\Atlas Solos PADR
v2 Capa.pdf")

# Add the overview map to the pdf
finalPdf.appendPages(r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos\Atlas Solos PADR
v2 Indice.pdf")

# Add the Legend to the pdf
finalPdf.appendPages(r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos\Atlas Solos PADR
v2 Legenda.pdf")

# Export the Data Driven Pages to a temporary pdf and then add it to the
# final pdf. Alternately, if your Data Driven Pages have already been
# exported, simply append that document to the final pdf.
#
mxdPath = r"K:\DATA\ZAEN\Atlas Solos PADR v2.mxd"
tempMap = arcpy.mapping.MapDocument(mxdPath)
tempDDP = tempMap.dataDrivenPages
temp_filename = r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos\tempDDP.pdf"
if os.path.exists(temp_filename):
    os.remove(temp_filename)
tempDDP.exportToPDF(temp_filename, "ALL")
# Add the maps to the pdf
finalPdf.appendPages(r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos\tempDDP.pdf")

# Insert the pdf pages containing the reports and graphs into the final pdf
#
finalPdf.appendPages(r"K:\DATA\ZAEN\Relatorios\Relatorios_Max\Atlas Solos\Legenda solos
ZAEN A3.pdf")

# Update the properties of the final pdf
finalPdf.updateDocProperties(pdf_open_view="USE_THUMBS",
                             pdf_layout="SINGLE_PAGE")

# Save your result
finalPdf.saveAndClose()

# Delete variables
del finalPdf

```

*Script 1 - Código Python pela criação do Atlas de Solos*

### 6.3 Projeto "Perfiles"

O consórcio RuralConsult-IUCN\_RMSI acompanhou os dados sobre os solos da Província de Sofala com um relatório (RELATORIO\_SOLOS\_SOFALA\_VERSAO\_PRELIMINAR\_17082012.pdf) acerca da metodologia adotada na produção do mapa de solos. O relatório é acompanhado com informação muito valiosa relativa ao trabalho de campo (observações no terreno = perfis pedológicos).

Infelizmente pouco ou nada desta informação foi traduzido em informação georreferenciada apesar de ter as coordenadas geográficas dos levantamentos.

A título experimental o autor verificou a possibilidade de traduzir as fichas de campo em formato de dados GIS.

A começar da versão 10.0 o ArcGIS inclui uma componente chamada "attachements" (Anexos). Esta ferramenta permite associar múltiplos documentos de diferentes tipologias (folhas EXCEL, documentos WORD ou ODT, fotos em formato JPG/PNG/TIF/etc. ou documentos PDF) a' elementos espaciais (pontos/linhas/polígonos).

A possibilidade desta associação deriva da natureza do geodatabase que consegue gerir relações de tipo "um-para-muitos" que no caso específico pode-se traduzir em

"Um ponto<sup>7</sup>" ⇔ "Muitos documentos/ficheiros".

Em página 23 do presente relatório vem a reprodução duma "ficha de campo" assim como aparece no documento original do consórcio.

Evidenciaram se 4 elementos:

- A. Uma tabela com parâmetros do sítio, incluindo as coordenadas
- B. Uma foto do escavo
- C. Outra foto do sítio
- D. Outra tabela com descrição dos horizontes pedológicos

Utilizando ADOBE ACROBAT, MICROSOFT EXCEL e MICROSOFT WORD separaram-se os quatros elementos em 4 ficheiros, nomeadamente:

- A. Folha EXCEL
- B. Ficheiro JPG
- C. Ficheiro JPG
- D. Documento WORD

Em seguida, utilizando ArcMAP todos os elementos foram transferidos no geodatabase da seguinte maneira:

-  Os dados do elemento A pertencendo a' tabela de atributos do ponto (sítio)
-  Os elementos B, C, D como anexos.

Permitindo assim a consulta dos mesmos na forma pormenorizada na Ilustração 6 ate' Ilustração 11.

E' importante realçar o feito que todos os anexos estão armazenados em tabelas SQL Server, e' dizer adentro do geodatabase.

**Infelizmente hoje em dia não seria possível fazer este tipo de trabalho pela Província de Manica sendo que ainda não foi produzido um relatório sobre os solos desta Província!**

---

<sup>7</sup> Ou linha ou polígono

Perfil: NCP115x

Estado:	1
Data:	26/08/11
Autores:	E3
Classificação FAO:	Haplic Arenosols Dystric
Localização:	Savani-Dondo
Área de levantamento:	Sofala
Elevação:	36 m
Folha:	72
Coordenadas:	S19 23 26.3; E34 42 24.3
Topografia:	Quase plana
Fisiografia:	Planície de denudação
Elemento Fisiográfico:	Arraço
Posição:	Parte média
Declive:	2%
Uso de Terra:	Sequeiro tradicional
Vegetação:	Não relevante
Material de Origem:	Depósitos eólicos
Pedregosidade:	sem
Drenagem Externa	Escoamento moderado
Drenagem Interna	Rápida
Lentol Freático	Não observado
Humidade	Seco
Profundidade Efectiva	>100
Influencia humana:	Arado
Bacia Hidrográfica:	Zambeze
Unidade de mapeamento:	AA



Profundidade (cm)	Descrição
0 - 20	Castanho acinzentado escuro (10YR4/2) quando seco e castanho acinzentado muito escuro (10YR3/2) quando húmido; areia mista; estrutura grão simples; solto quando seco e húmido, não pegajoso e não plástico; muitos poros médios e grosseiros, comuns cavidades não especificadas, muitas raízes muito finas e comuns médias; transição gradual e irregular
20 - 36	Castanho acinzentado escuro (10YR4/2) quando seco e castanho muito escuro (10YR2/2) quando húmido; areia fina; estrutura grão simples; solto quando seco e húmido, não pegajoso e não plástico; muitos poros médios e grosseiros; poucos túneis de térmitas ou formigas; comuns raízes finas; transição nítida e irregular
36 - 65	Cinzento acastanhado claro (10YR6/2) quando seco e castanho acinzentado escuro (10YR4/2) quando húmido; areia mista; estrutura grão simples; solto quando seco e húmido, não pegajoso e não plástico; poucas cavidades não especificadas; poucas raízes finas; transição difusa e plana
65 - 93	Cinzento claro (10YR7/2) quando seco e castanho acinzentado (10YR5/2) quando húmido; areia mista; estrutura grão simples; solto quando seco e húmido, não pegajoso e não plástico; poucas cavidades não especificadas; raras raízes finas; transição difusa e plana
93 - 150	Cinzento claro (10YR7/2) quando seco e castanho acinzentado (10YR5/2) quando húmido; areia mista; estrutura grão simples; solto quando seco e húmido, não pegajoso e não plástico; raras cavidades não especificadas; raras raízes finas;

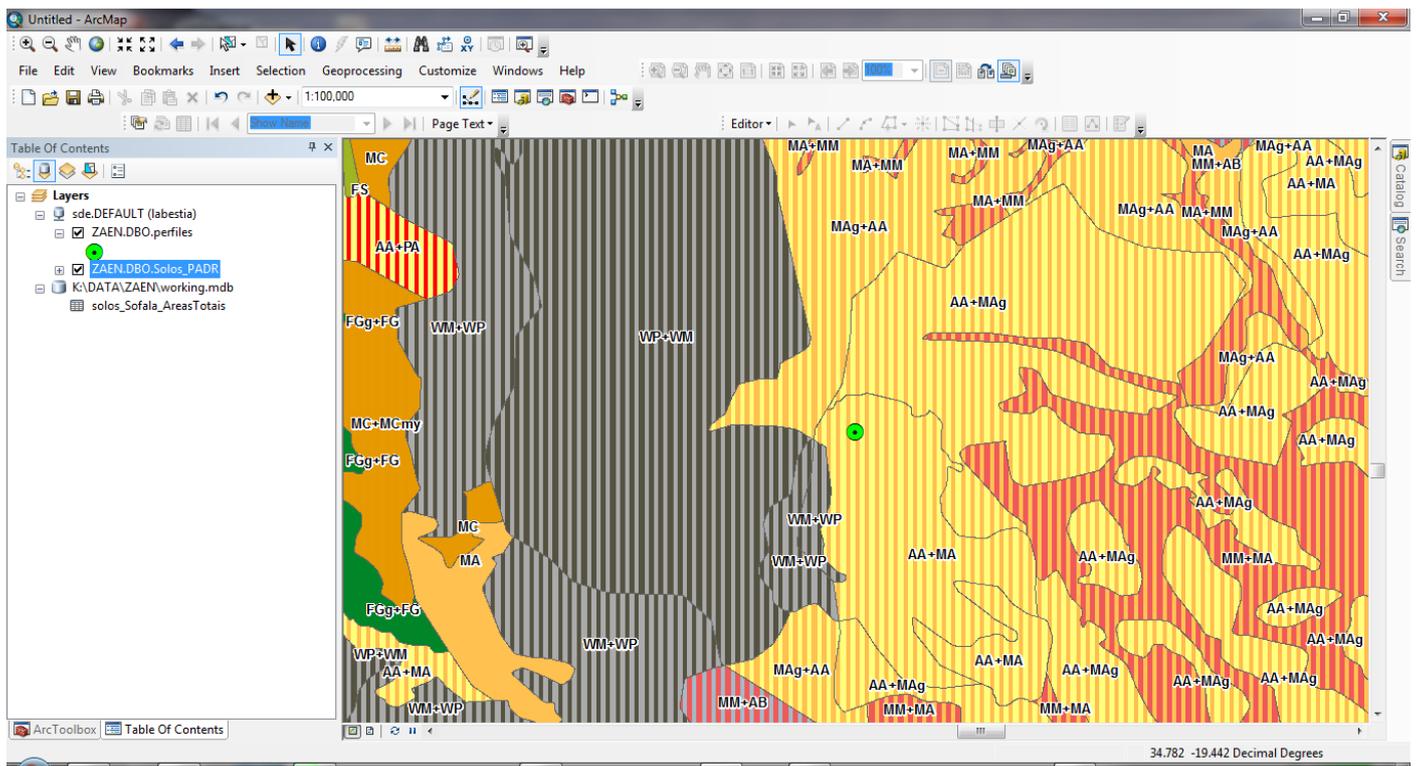


Ilustração 6 - localização do sítio de medições

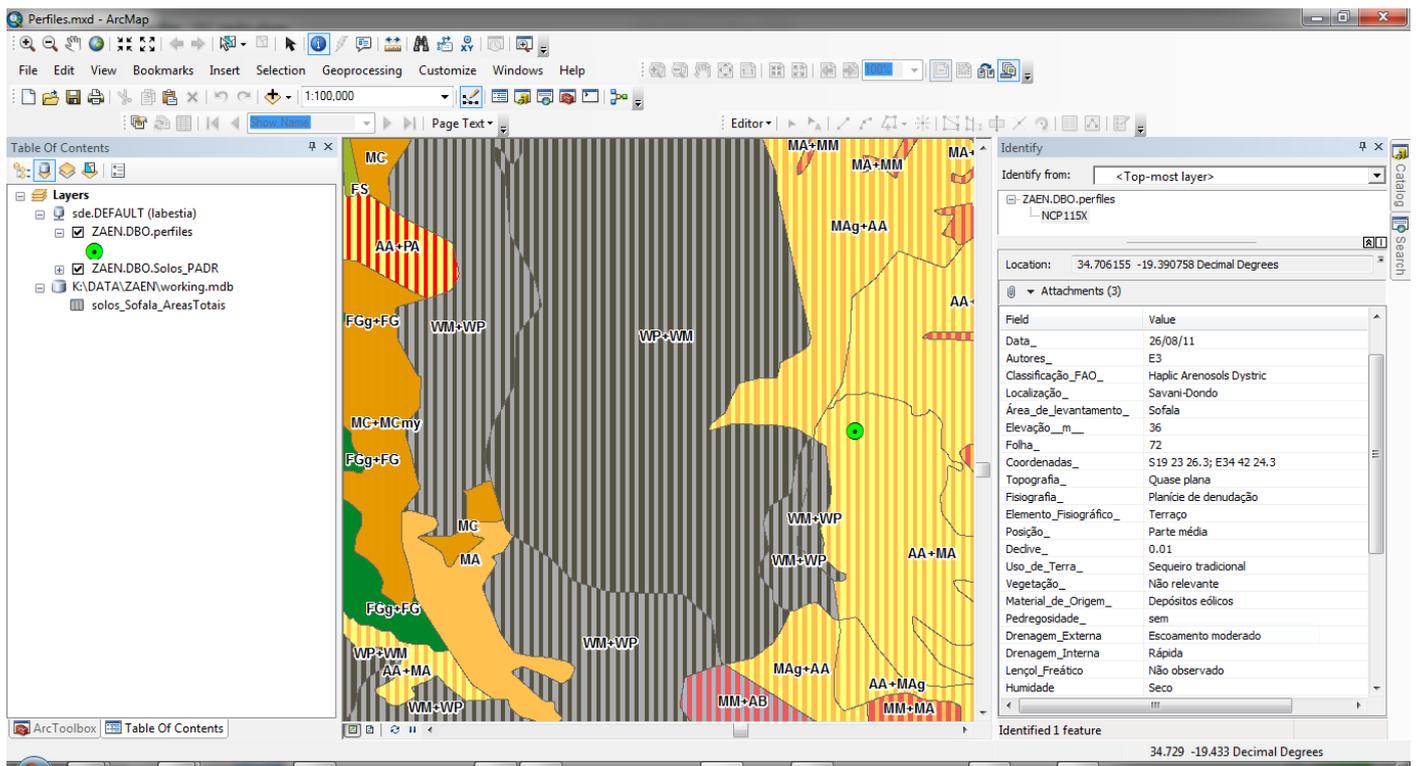


Ilustração 7 - localização do sítio + informação do elemento A.

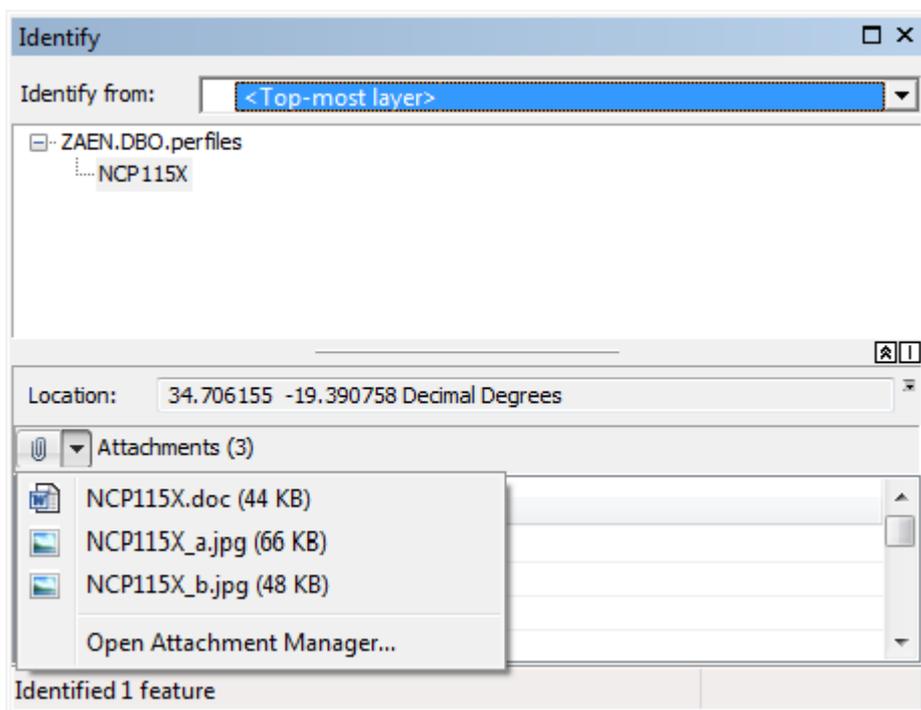


Ilustração 8 - pormenores dos anexos associados ao sítio

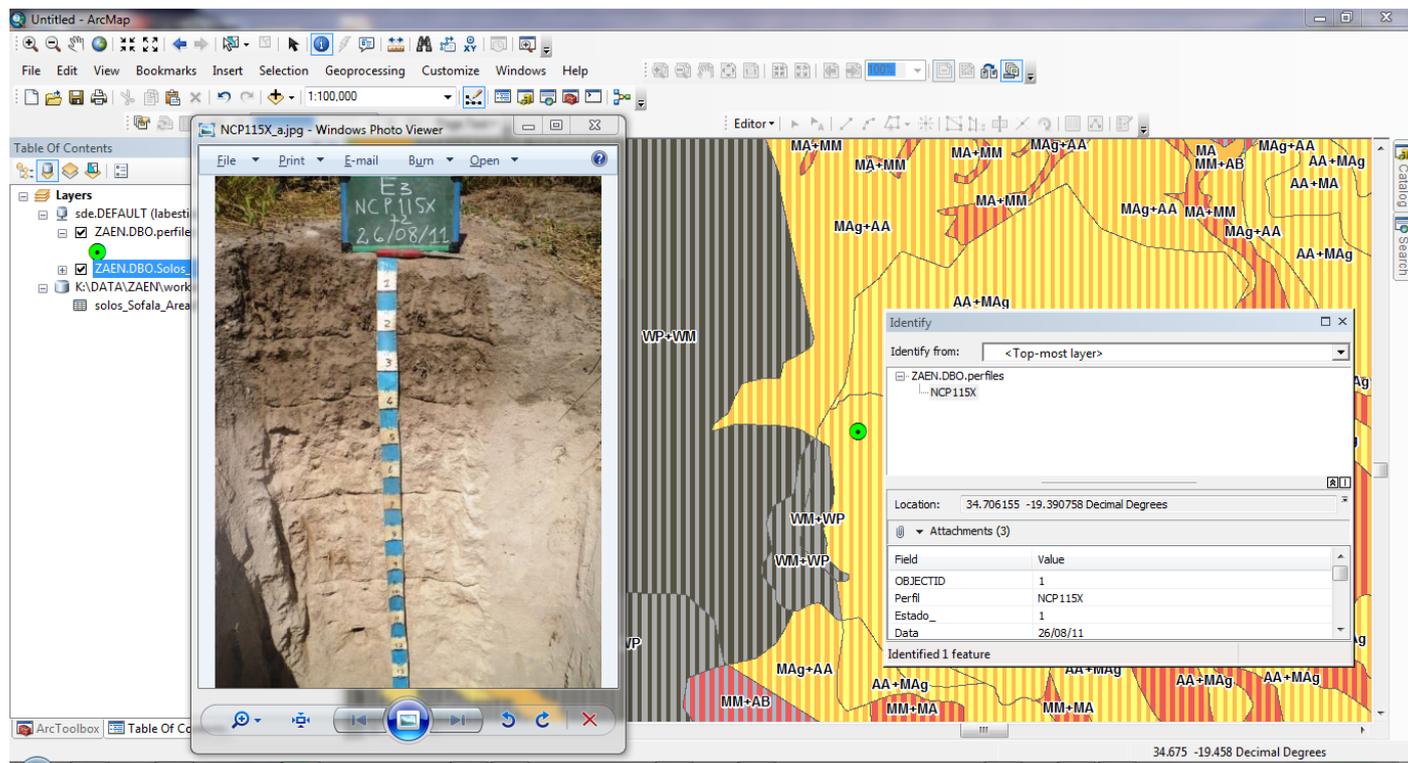


Ilustração 9 - Sítio e Anexo B.

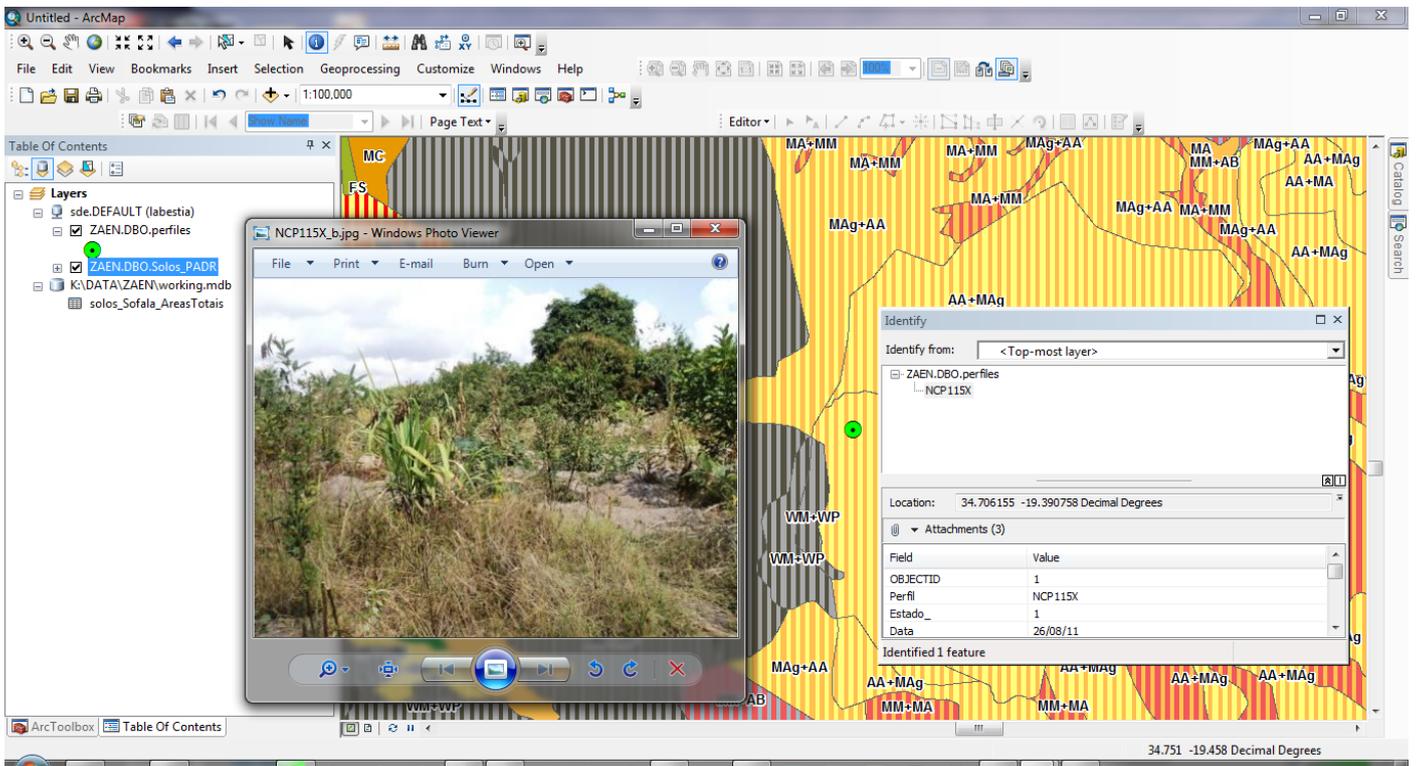


Ilustração 10 - Sítio e Anexo C.

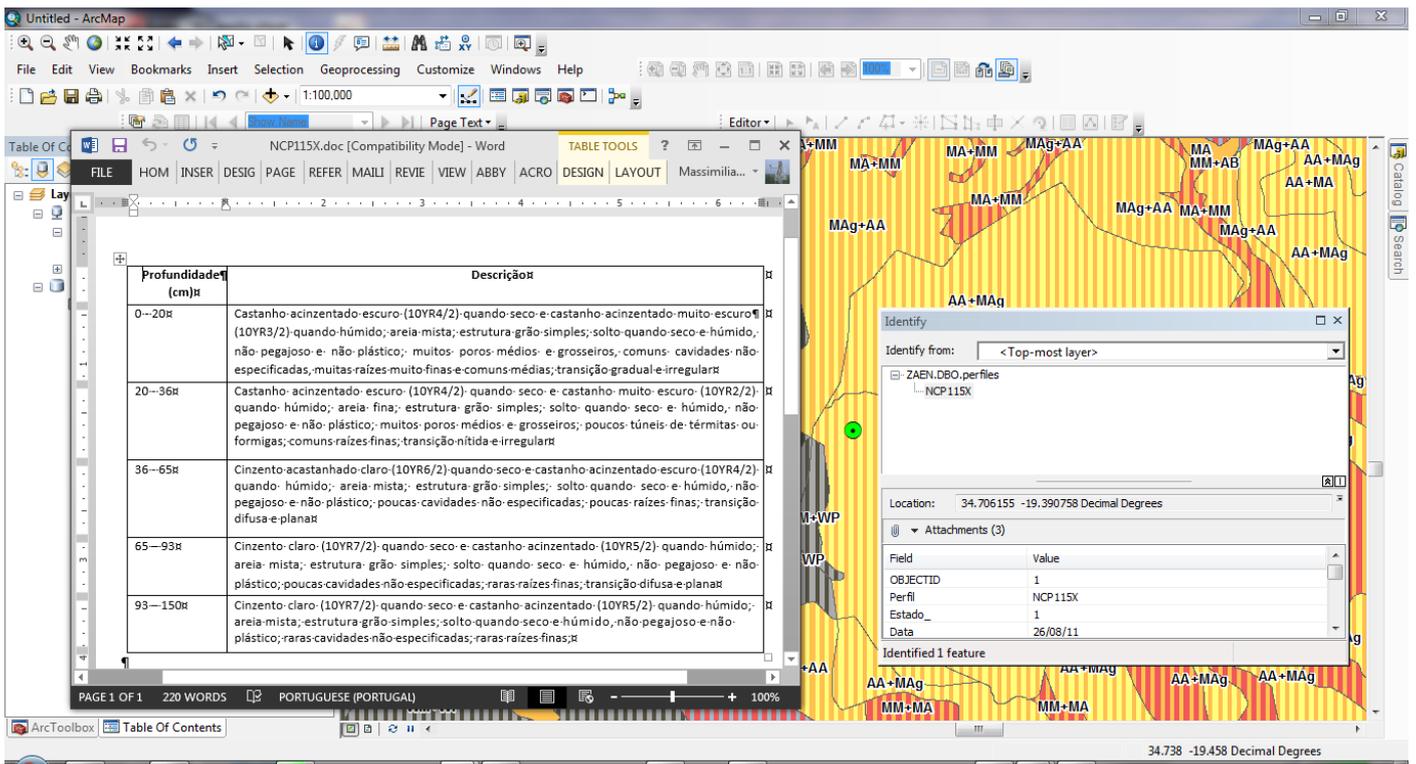


Ilustração 11 - Sítio e Anexo D.

## 7 Conclusões e recomendações

Como resultado final da presente consultoria o geodatabase ZAEN foi criado e transferido pelo servidor do Departamento de Inventario de Recursos Naturais.

Também foram produzidos dois Atlas em formato de livros (tamanho A3) a escala 1:250.000 dos solos e do uso e cobertura da terra

Com respeito às dificuldades/limitações enfrentadas no levar a cabo este trabalho cabe realçar:

- 1) Foi preciso um trabalho ridículo de juntar as folhas de 1° por 1°. Provavelmente os dados originais foram armazenados (em Hyderabad?) a nível de cobertura provincial.
- 2) Há inconsistências seja de carácter espacial que a nível de conteúdo informativo (tabelas de atributos) nos dados das duas Províncias.
  - a) Pelo que diz respeito às incongruências espaciais, claramente visíveis nos Atlas anexos ao presente relatório, ao confine entre as duas Províncias, os únicos que podem harmonizar os dados são os produtores dos dados, e' dizer o consorcio RuralConsult-IUCN-RMSI.
- 3) Relativamente às tabelas de atributos, ao juntar os layers provinciais num único layer regional foi adotada uma abordagem "todo-incluído". Em outras palavras tratou-se de reter todas as informações derivantes das capas provinciais. Todavia os dados apresentam muitos problemas. Por exemplo:
  - a) Solos:
    - i) Sofala: 48 unidades não apresentam característica nenhuma por além do código do solo. **Só o consórcio pode encher este vazio.**
    - ii) Manica: as unidades que não apresentam característica nenhuma por além do código do solo são 864. **Só o consórcio pode encher este vazio.**
    - iii) Em Manica foi medido o pH dos (ate) 6 horizontes. Este parâmetro e' absente em Sofala. **Só o consórcio pode encher este vazio.**
  - b) UCT:
    - i) Existem duas novas classes de uso e cobertura não documentadas, nomeadamente 2WS e 4HVS. **Só o consorcio pode e deve explicar estas classes.**
    - ii) Foram encontradas a seguintes anomalias, **corrigidas arbitrariamente pelo autor:**
      - (1) Sofala
        - (a) Polígono 274 total das classes primária, secundaria e terciaria = 90%
        - (b) Polígono 29 total das classes primária, secundaria e terciaria = 110%
        - (c) Polígono 413 total das classes primária, secundaria e terciaria = 110%
      - (2) Manica
        - (a) Não foram utilizadas as classes primaria, secundaria e terciaria. Solução: ao juntar Manica e Sofala foram criadas as três classes definindo a primaria 100% (as outras = 0%) para todos os polígonos de Manica.
  - 4) **Encontraram-se graves erros** na estima das áreas da UCT de Sofala como amplamente detalhado no ANEXO III. Os cálculos corretos são apresentados no mesmo documento.

Na medida que foi possível, o autor tratou de harmonizar os dados para um uso mais eficaz.

Para o futuro recomenda-se

1. **Um uso mais eficiente da tecnologia GIS**
2. **Uma melhor coordenação entre as equipas que levaram a cabo os trabalhos provinciais.**
3. **Uma documentação condigna para um trabalho desta importância**

## ANEXO I

### Termos de Referência

#### **Zoneamento agro-ecológico a nível nacional à escala 1:250.000**

##### **I. Introdução**

O conhecimento da situação sobre a distribuição geográfica e espacial do potencial agrário no nosso vasto território nacional com cerca de 799.380 Km<sup>2</sup> de superfície constitui uma prioridade dentro da estratégia de gestão de terras do Governo de Moçambique.

Tendo em consideração que o *Zoneamento Agro-ecológico* é um instrumento de planificação e de grande contributo para a ajuda à tomada de decisões, destinado a orientar a ocupação, o uso e o maneio ambiental de forma integrada, o Estado moçambicano realizou recentemente o *zoneamento agrário a nível nacional à escala 1:1.000.000*, recorrendo às bases de dados analógicas e digitais existentes em suas diversas instituições.

Assim, foi dado mais um passo com vista a contribuir para a organização espacial das actividades agrárias e subsidiar políticas e estratégias para o desenvolvimento rural integrado.

Porém, o zoneamento realizado carece ainda de alguns detalhes para poder ser usado como um instrumento rigoroso de ajuda na constatação de situações e tomada de decisões sobre o uso e gestão do recurso terra, pois o quadro actual informativo sobre a disponibilidade da terra e seu potencial para os diferentes tipos de utilização (culturas alimentares e de rendimento, incluindo as potenciais para a produção de biocombustível), necessita de maior precisão e de maior detalhe da informação.

É, pois, urgente a realização de um *zoneamento agro-ecológico a nível nacional à escala 1:250.000*, para a caracterização, avaliação e classificação do potencial de aptidão para os diferentes tipos de utilização agrária, tomando em consideração os critérios de exclusão definidos no exercício do zoneamento realizado anteriormente.

##### **II. Objectivo Geral**

O objectivo geral é a realização de um **zoneamento agro-ecológico nacional à escala 1:250.000**, com base em tecnologias modernas de informação tais como a Teledeteccção (remote sensing), Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e Cartografia Temática, apoiadas por um trabalho de campo.

O zoneamento agro-ecológico deverá compilar informações sobre o potencial agro-ecológico e o uso de terra recomendado para as *áreas disponíveis* (consideradas livres e potencialmente aptas para o investimento agrário, após a aplicação de certos critérios de exclusão), nomeadamente:

- Informação qualitativa e quantitativa da situação sobre a distribuição geográfica e espacial do uso de terra e do potencial agrário no país;
- Disponibilidade da terra e seu potencial para diferentes tipos de uso, observando os critérios de exclusão definidos no exercício de zoneamento realizado anteriormente;
  - Informações temáticas visualizando a distribuição espacial dos diferentes tipos de uso.

### III. Objectivos específicos

O zoneamento agro-ecológico nacional deverá gerar uma Base de Dados Georeferenciados, compatível com a escala 1:250.000, composta por dados vectoriais estruturados, com precisão adequada e atributos adequados aos temas pretendidos.

A Base de Dados deverá estar organizada em *planos temáticos* (layers), de entre os quais:

- *Plano temático de solos* (distribuição geográfica de solos e sua caracterização física e química, como base para avaliação potencial de terra para diferentes usos agrários);
- *Planos temáticos de uso da terra* (ocupações com direitos de uso e aproveitamento da terra, áreas comunitárias delimitadas, áreas com projectos de iniciativas locais e parcerias, concessões florestais e mineiras, áreas de prospecção mineira, áreas de ecoturismo, áreas de aquacultura, áreas alocadas para centros de reassentamento das populações afectadas pelas cheias e áreas de “Reserva do Estado”);
- *Planos temáticos de cobertura da terra* (áreas de conservação tais como parques e reservas nacionais, coutadas, fazendas do bravio, florestas de protecção e florestas produtivas);
- *Plano temático do potencial agro-ecológico* (caracterização do potencial da terra para fins agrários de sequeiro e regadio, incluindo plantações florestais e algumas culturas alimentares prioritárias e de produção de bio-combustíveis);
- *Plano temático da distribuição de terra disponível para actividade agrária com o respectivo potencial agro-ecológico*;
- *Planos temáticos da aptidão potencial, na terra disponível, das culturas alimentares prioritárias e das seleccionadas para a produção de bio-combustíveis* (mandioca, cana sacarina, mapira doce e jatropha).
- *Outros planos temáticos de apoio* (informação sobre o clima, recursos hídricos, geográfica, topográfica, geológica, mineira, ambiental, demográfica, socioeconómica, etc.) necessários à elaboração do zoneamento.

Alguma informação necessária à elaboração dos *planos temáticos* está disponível nas instituições nacionais devendo, em alguns casos, ser actualizada para a sua integração na Base de Dados Georeferenciados. A lista das culturas alimentares prioritárias está disponível na Direcção Nacional dos Serviços Agrários – DNSA, Ministério da Agricultura.

### IV. Metodologia

#### 1. Metodologia geral

Para a realização do zoneamento agro-ecológico nacional à escala 1:250.000 o país não dispõe da maior parte da informação temática compatível com a escala 1:250.000, pelo que será necessário produzi-la e validá-la no terreno.

A metodologia geral, a ser proposta pelo Consultor, deverá obedecer às boas práticas e normas internacionais em matéria de zoneamento agro-ecológico respeitando, contudo, as leis e normas nacionais. Para tal, o Consultor deverá preparar um Documento Técnico a ser formalmente acordado com as instituições nacionais relevantes (Instituto de Investigação Agrária de



Territorial – DINAPOT, Instituto Nacional de Meteorologia - INAM, Direcção Nacional de Geologia, Direcção Nacional de Minas, Ministério da Ciência e Tecnologia, entre outros), no qual será apresentada a metodologia técnica do trabalho e detalhado o plano da sua implementação, que deverá incluir o calendário/cronograma de actividades, as reuniões de consulta às instituições nacionais, os seminários de avaliação e divulgação dos resultados (pelo menos três seminários regionais e um seminário nacional), entre outros.

A metodologia geral deverá tomar em consideração os *critérios de exclusão* (tipos de utilização de terra considerados para exclusão) usados no zoneamento realizado à escala 1:1.000.000.

Metodologia geral usada no zoneamento agrário à escala de 1:1.000.000

O zoneamento agrário realizado à escala de 1:1.000.000 pelo Estado moçambicano consistiu na caracterização, avaliação e classificação do potencial de aptidão para os diferentes tipos de utilização agrária existentes no país. Tendo como base as áreas que após os critérios de exclusão foram consideradas como disponíveis para grandes investimentos agrários, foi produzida a cartografia do zoneamento considerando o potencial de aptidão de terras para algumas culturas alimentares e de produção de biocombustíveis (mandioca, cana sacarina, mapira e jatropha).

A metodologia utilizada consistiu na recolha e sistematização das diferentes bases de dados existentes à escala de 1:1.000.000 ou maior, entre as quais as seguintes: (i) solos e clima, (ii) cobertura vegetal, (iii) uso e cobertura da terra, (iv) áreas de conservação, (v) cadastro de terras. Toda a informação contida nestas bases de dados era compatível com escala de trabalho pois o país dispõe de alguns mapas elaborados e publicados na escala de 1:1.000.000, nomeadamente, mapa de solos, mapa florestal (inclui cobertura vegetal e áreas de conservação), mapa geológico e mineiro e de um mapa de uso e cobertura da terra na escala de 1:250.000, embora já desactualizado (publicado em 1999).

Para a avaliação do potencial agrário (agricultura de sequeiro, irrigação, plantações florestais e pastagens, assim como para as culturas de cana sacarina, mapira, mandioca e jatropha) foi utilizado o modelo de avaliação de terras – ALES “Automated Land Evaluation System” em uso no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM). Este é um modelo que permite a integração de dados de solos, clima e requisitos agro-ecológicos das culturas e dos diferentes tipos de utilização de terra acima mencionados. A sobreposição das diferentes bases temáticas assim como as estatísticas e a visualização em mapas foram feitas utilizando os sistemas de informação geográfica ArcGIS e ILWIS.

Foi usado o método de exclusão para a definição e localização espacial das áreas (unidade mínima de 1000 hectares) potencialmente livres para os grandes investimentos agrários, seguido de um trabalho de campo para a sua validação. Neste processo, foram excluídos os seguintes tipos de uso agrário:

- i. Florestas produtivas (formações florestais nativas donde se extrai produtos madeireiros e seus derivados, ou que constituem o maior habitat da fauna bravia).
- ii. Formações vegetais classificadas de mangais, outros tipos de florestas localizadas nas nascentes naturais de rios e as formações florestais ribeirinhas.
- iii. Áreas de conservação (parques e reservas nacionais, coutadas, fazendas do bravio)
- iv. Áreas sem cobertura vegetal (ex. dunas activas e leitos dos rios e das lagoas sazonais).
- v. Campos cultivados, concessões/plantações florestais, campos com cultivos arbóreos (cajeiro, coqueiro, citrinos, chá, etc.) e áreas habitacionais.

- vi. Áreas com agricultura itinerante (florestas com agricultura Itenerante/ agricultura itinerante com florestas).
- vii. Áreas com títulos de direito de uso e aproveitamento da terra (DUATS) aprovados e em tramitação, áreas comunitárias e áreas com projectos de iniciativas locais e parcerias.
- viii. Áreas alocadas para fins não-agrírios (concessões mineiras, áreas de prospecção mineira, áreas de eco-turismo, terras húmidas de uso limitado).
- ix. Áreas alocadas para centros de reassentamento das populações afectadas pelas cheias.

Dos resultados finais obtidos no zoneamento agrário nacional à escala de 1:1.000.000 constam:

1. Uma Base de Dados Georeferenciados contendo toda a informação recolhida e sistematizada, compatível com a escala 1:1.000.000, incluindo os metadados gerados durante o exercício do zoneamento;
2. Um Relatório Final contendo a descrição pormenorizada de todo o processo de trabalho, incluindo a metodologia, os resultados obtidos e recomendações;
3. Uma apresentação dos resultados finais, em formato *ppt*;
4. Um CD de divulgação, contendo todos os resultados obtidos em formato digital (dados, metadados, relatórios e mapas);
5. Um mapa nacional da distribuição espacial da terra disponível para grandes projectos de investimento agrário, na escala de 1:1.000.000 (formato digital) e impresso na escala 1:2.000.000 (vários exemplares em papel);
6. Dez (10) mapas provinciais da distribuição espacial da terra disponível para grandes projectos de investimento agrário, na escala de 1:1.000.000 (formato digital) e impresso na mesma escala (vários exemplares em papel);
7. Um mapa nacional do potencial agrário da terra disponível para grandes projectos de investimento agrário, na escala de 1:1.000.000 (formato digital) e impresso na escala 1:2.000.000 (vários exemplares em papel);
8. Dez (10) mapas provinciais do potencial agrário da terra disponível para grandes projectos de investimento agrário, na escala de 1:1.000.000 (formato digital) e impresso na mesma escala (vários exemplares em papel);
9. Um mapa nacional de aptidão potencial, na terra disponível, para todas as culturas seleccionadas (mandioca, cana sacarina, mapira e jatropha), na escala de 1:1.000.000 (formato digital) e impresso na escala 1:2.000.000 (vários exemplares em papel)
10. Um mapa nacional de aptidão potencial, na terra disponível, para cada cultura seleccionada (mandioca, cana sacarina, mapira e jatropha), na escala de 1:1.000.000 (formato digital) e impresso na escala 1:2.000.000 (vários exemplares em papel).

## **2. Metodologia específica**

A metodologia específica a ser usada no zoneamento agro-ecológico pretendido deverá basear-se em tecnologias modernas de informação tais como a Teledeteção (remote sensing), Sistemas de Informação Geográfica (GIS) e Cartografia Temática, acompanhadas por um trabalho de campo.

A avaliação e classificação do potencial de aptidão da terra para os diferentes tipos de utilização agrária deverão ter em consideração os procedimentos definidos pela UN-FAO, para o zoneamento agro-ecológico (*Agro-ecological Zoning*).

Para o caso particular da *componente de solos*, a metodologia específica deverá ser complementada com a que a seguir se descreve:

### *Trabalho de campo*

O Trabalho de campo para o levantamento de solos na escala de 1: 250.000 deverá ser executado tendo em conta os procedimentos de levantamento de solos em uso no Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM-DARN - *MAB Technical notes 17*), que compreendem:

- Recolha e compilação de informação básica (recolha de informação topográfica, geológica, hidrográfica, flora, interpretação dos dados remotos e outra bibliografia existente).
- Descrição de cada observação com informações gerais do local sobre o terreno e morfologia do solo, sondagens e perfis de solos e amostragem de solos, considerando uma intensidade das observações, que de acordo com a escala solicitada corresponde a pelo menos 1 (uma) observação por cada 25 Km<sup>2</sup>, ou seja, uma malha de 5Km X 5km.
- O número de perfis será determinado pela complexidade do terreno, isto é, a variabilidade em termos de solos. Nos perfis de solo, devem ser feitas descrições pormenorizadas das características morfológicas do solo, com base no manual para descrição do solo e codificação para o banco de dados (SDB) em uso na instituição (INIA, 1995).
- As amostras dos perfis mais representativos deverão ser feitas análises completas (físicas e químicas), sendo nas demais amostras apenas as análises mais importantes tais como textura, pH, salinidade e capacidade de troca catiónica.

### *Análises laboratoriais*

Deverão ser realizadas análises físico-químicas completas, com as seguintes determinações:

#### *Físicas:*

- Textura (USDA)
- Capacidade de retenção de água (pF2.0 - 2.5/ pF 3.2 - 4.2)

#### *Químicas:*

- pH (H<sub>2</sub>O), pH (HCL)
- Carbonatos
- Condutividade eléctrica (C.E. 1:2.5 e CEe se o resultado for superior a 0,8 mmhos/cm;
- Sais solúveis;
- Capacidade de troca catiónica
- Bases de troca
- Matéria orgânica
- Azoto total
- Fósforo assimilável
- Alumínio e hidrogénio de troca (pH-H<sub>2</sub>O, pH- KCl)

### *Trabalho de gabinete*

As unidades do mapa de solos deverão ser correlacionados com o sistema de classificação de solos da FAO (*FAO/UNESCO, Soil Map of the World, Revised Legend", Technical paper 20 ISRIC, Wageningen 1994*).

A avaliação do potencial agrário (agricultura de sequeiro, irrigação, plantações florestais e pastagens, assim como para as culturas de cana sacarina, mapira, mandioca e jatropha) deve ser feita de acordo com o sistema da FAO ("*Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture" e*

---

*"Guidelines: Land Evaluation for Irrigation Agriculture", FAO Soils Bulletin nr. 52 e 55 respectivamente, 1985).*

## V. Resultados esperados (*outputs*)

Espera-se, no final do exercício do zoneamento agro-ecológico nacional à escala de 1:250.000, a entrega dos seguintes produtos ao Governo de Moçambique:

- 1) Toda a informação remota (imagem satélite, fotografia aérea digital, etc.) georeferenciada (Elipsóide: WGS84; Projecção: UTM36S e UTM37S; Datum: Moznet [ITRF94]) e em formato geoTIFF;
- 2) A *Base de Dados Georeferenciados* mencionada e descrita nos objectivos específicos, com os *planos temáticos* disponíveis nos formato *ESRI shapefile*, obedecendo às normas nacionais de georeferenciamento. Na Base de Dados deverá também ser disponibilizada a estrutura detalhada dos dados com o símbolo das classes, descrição da respectiva legenda, nota explicativa e nota técnica.
- 3) *Mapas da distribuição de terra disponível para actividade agrária a nível nacional e respectivo potencial agro-ecológico*, à escala de 1:250.000, em formato digital (*raster*) e analógico (impressão offset), em tamanho das folhas topográficas da cartografia sistemática nacional (102 folhas, cada folha cobrindo 1°x1°), com base no novo sistema nacional de coordenadas - MOZNET (Elipsóide: WGS84; Projecção: UTM36S e UTM37S; Datum: Moznet [ITRF94]). Para os mapas em formato analógico exige-se um mínimo de mil (1.000) exemplares de cada folha.
- 4) Para além da informação temática, os mapas deverão conter alguma informação topográfica simplificada (rede viária, centros populacionais, rede hidrográfica, limites da divisão administrativa, reservas e parques nacionais, e outra julgada conveniente) e sua toponímia.
- 5) Pormenores sobre a grelha de coordenadas, numeração das folhas, informação marginal, legenda, tipo de escala e outros, deverão ser acordados com as instituições nacionais relevantes, durante as reuniões de consulta.
- 6) Um *Relatório Final do Zoneamento* com a descrição pormenorizada de todo o processo de trabalho, incluindo:
  - A metodologia final utilizada;
  - Breve análise sócio-ambiental do país;
  - Qualidade dos resultados obtidos na identificação das *áreas disponíveis* para investimento no sector agrário;
  - Riscos e procedimentos para investir nas *áreas disponíveis*;
  - Relatórios estatísticos das *áreas disponíveis* (área em hectares dos diferentes polígonos);
  - Tabelas, gráficos e fotografias caracterizando cada unidade de mapeamento;
  - Mapa indicando a localização dos perfis e sondagens;
  - Metadados e toda a informação que se julgar pertinente;
  - As conclusões e principais recomendações do Zoneamento.

## VI. Equipamentos e materiais

O Consultor deverá fornecer a lista de todo o equipamento a utilizar no zoneamento, apresentada em tabela. Os equipamentos e materiais a serem adquiridos pelo Consultor através de fundos disponibilizados pelo Governo de Moçambique serão da propriedade deste. Após a conclusão do zoneamento, o Consultor deverá entregar tais equipamentos e materiais às instituições nacionais, de acordo com as instruções que receber do Governo.

## **VII. Pessoal a ser envolvido**

O Consultor deverá recorrer a pessoal devidamente qualificado e com experiência suficiente para materializar os objectivos específicos definidos para este zoneamento. Para tal, deverá apresentar uma proposta, a ser aprovada pelo Governo, da composição das equipas técnicas, especificando os nomes das pessoas envolvidas, suas qualificações, CVs, sua remuneração e a estimativa do período da sua participação. Esta exigência é igualmente válida para o pessoal das empresas ou instituições sub-contratadas pelo Consultor, em caso de tal ser necessário para a realização de alguma actividade específica.

Alterações à lista do pessoal no decurso do estudo do zoneamento só serão aceites em casos devidamente justificados.

## ANEXO II

# Reunião no IIAM

## 9/1/2014

Encontrei-me hoje, no departamento de Pedologia do IIAM com os engenheiros Vilanculos e Mafalacusser para uma conversa sobre dois temas:

1. ZAEN – Componente solos
2. GALES – Nova versão (para Windows) do ALES (Automated Land Evaluation System) este último já a correr nas máquinas do IIAM

### ZAEN

Os funcionários do IIAM proporcionaram-me informação muito útil sobre a interpretação dos dados ZAEN. Todavia parece haver ainda algumas lacunas:

#### Ponto 1:

Os polígonos do layer (shapefile) de solos podem incluir:

- Uma classe (i.e. um polígono classificado como solo WPM)  
ou
- Um mosaico de até duas classes (WPM+WKMg). Neste caso a tabela de atributos do layer reporta as características do solo chamamos assim de “primário” e do solo “secundário”. Detalhes como profundidade das camadas e outras propriedades são armazenadas utilizando o prefixo “D\_” (solo primário) e o prefixo “SD\_” (solo secundário).

No segundo caso parece não haver uma indicação sobre a “dominância” do solo primário com respeito ao secundário. Em outros termos: um mosaico estilo WPM+WKMg implica que WPM tem uma superfície igual ou superior ao 50% do polígono, assim como WKMg terá uma superfície igual ou inferior (sendo secundário) ao 50% do polígono. A relação entre solo primário e secundário pode ser 99-1 assim como 51-49. Esta diferença tem implicações muito importantes na medida que queremos estimar a área coberta por cada tipologia de solo.

	RELEVANCIA	ALTA
--	------------	------

#### Ponto 2:

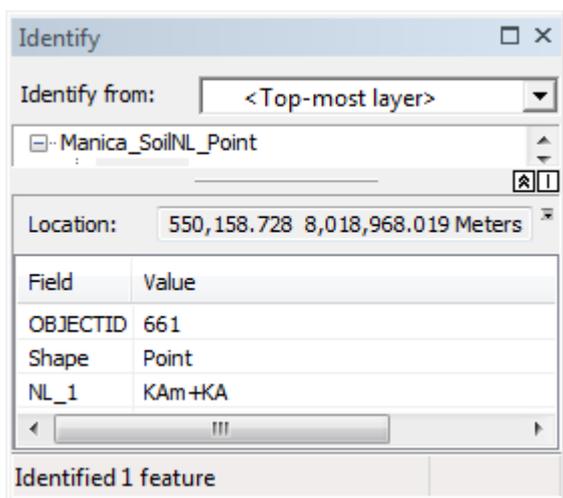
O autor realçou as inconsistências a nível de tabelas de atributos dos layers “solo” das duas Províncias. O tema será detalhado no relatório do autor pelo PADR.

	RELEVANCIA	MEDIA
--	------------	-------

#### Ponto 3:

Na Província de Manica (não há homólogo na Província de Sofala) existem, por cada folha DINAGECA, shapefiles de pontos. Relacionados ao trabalho de campo? Ensaios? Perfis? A única informação associada a estes pontos é a classe de solo (polígono) correspondente. Estes

pontos não são completos sendo que faltam aqueles que pertencem às folhas 78-79, 80 e 81. A seguinte ilustração mostra a informação atualmente associada a' cada ponto (NB: 560 pontos, do total de 1676, não tem valor nenhum!).



	RELEVANCIA	NULLA
--	------------	-------

O autor remarcou a possibilidade (factibilidade em termos das novas tecnologias GIS) de criar um novo dataset de pontos com todos os levantamentos de campo (perfis) descritos nos relatórios. A informação associada a' cada ponto poderia incluir o texto e as fotos atualmente disponíveis nos ficheiros PDF dos relatórios. Isto permitiria associar a documentação, atualmente em documentos, a' cartografia.

## GALES

A seguir anexa-se o texto integral do email (em inglês) enviado ao senhor Ronald Vargas de FAO sobre o assunto:

Dear all,

This is a short "note to the file" to brief Ronald about a meeting held at IIAM.

Participants:

- Myself
- Moises Vilanculos
- Jacinto Mafalacusser

The GALES installer and manual (PDF), downloaded by the writer, were passed to IIAM. NB: my version was not running this morning because I had removed the 64 bit JVM from my machine (leaving the 32 bit to run the WFP GRASP software). After reinstalling JVM 64 bit GALES is running smoothly!

In principle GALES evaluation will follow two paths:

- IIAM will assess its performance by running already existing ALES model through the new software – This is a short term plan (timing? Contact Moises or Jacinto for more details)
- Myself (+ IIAM ?) will test GALES within the framework of the PADR project activities in order to assess its performance for District Land Use Planning – This is a medium term plan (February – April).

May I ask you to give us a direct contact from the developers' team for any technical bug reporting/clarification/suggestion?

Thanks for your support,

Regards

Massimiliano

P.S. I invite Moises and Jacinto to correct/amend these notes if I missed or misunderstood any point.

# Estimação de áreas através de interpretação visual de imagens de satélite e a logica difusa

Por Massimiliano Lorenzini

AdWebTec, Lda

## 1 Introdução

O seguinte nota e', na opinião do autor, de grande relevância no correto uso da ferramenta GIS. Como explicara-se nas próximas paginas e' preciso utilizar o GIS de forma consistente para ter respostas certas. Ao contrário um uso improprio da tecnologia pode levar a resultados muito distantes da realidade.

Esta nota, concebida em forma de paper autónomo, e' parte integrante do relatório ZAEN do autor no marco duma consultoria pelo "Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural nas Províncias de Sofala e Manica" (PADR).

## 2 Marco conceitual

Em Junho 2007 apresentaram se os resultados do ultimo Inventario Florestal Nacional, conhecido como "Avaliação Integrada da Florestas de Moçambique" (AIFM) através de um relatório editado pelo Engenheiro W.A. Marzoli, na época chefe do Projeto que levou a cabo o inventario.

Em página 6 de aquele relatório aparece uma nota, escrita pelo autor da presente nota com um esclarecimento com respeito a' estimaco de áreas. Reporto aqui o texto integral daquela nota:

### Calculo das áreas

A complexidade na cobertura de terra em Moambique foi evidente durante a interpretao de imagens de satélite, para a elaboraco do mapa de cobertura de terra. Na realidade, muitas vezes a diferente cobertura de terra ou tipos de uso de terra so misturadas umas com outras, por exemplo, mosaicos de trechos de pequenas campos de agricultura activa ou abandonadas misturados com vegetaco arbustiva de crescimento secundário junto de galerias florestais etc. Portanto, definir o tipo de cobertura de terra de algumas formaes florestais mais ou menos dispersa é um desafio mesmo no campo, sem falar em imagens de satélite.

Por esta razo, durante o trabalho de interpretao, decidiu-se resolver a situao usando o sistema de classificao que consiste em:

- Polígonos puros: reas onde as classes singulares de cobertura de terra so claramente dominantes, cobrindo 100% da rea.
- Polígonos mistos: reas onde foi reconhecida a presena de várias classes de cobertura de terra, mas a sua respectiva localizao so to pequena para ser mapeada com preciso, considerando a escala de trabalho. Nestes casos, para os "polígonos mistos", a estratégia foi de atribuir uma classe de cobertura de terra primária, uma classe de cobertura secundária, para os mapas provinciais, e eventualmente uma classe de cobertura de terra terciária para o mapa nacional. A proporo, em percentagem, foi igualmente adicionada a cada uma das classes secundária e terciária.

A abordagem adoptada foi levada em conta durante o cálculo dos resultados das áreas. Em todos os cálculos de áreas apresentados neste relatório, toda a complexidade da interpretao foi considerada. Para cada polígono misto, a área foi dividida de acordo com as classes secundárias e terciárias, usando as respectivas propores. Em termos prático, tendo por exemplo um polígono misto de uma área de 2000 hectares classificado como:

Classe primária: Floresta densa, proporo 60%

Classe secundária: Arbustos, proporo 30%

Classe terciária: Agricultura, proporo 10%

Para este caso a área foi calculada da seguinte forma: Floresta densa 1200 ha ( $2,000 \cdot 0.6$ ), arbustos 600 ha ( $2,000 \cdot 0.3$ ), agricultura 200 ha ( $2,000 \cdot 0.1$ ). Embora esta separaco no se reflecta espacialmente. Esta abordagem adiciona algum grau de complexidade no cálculo da área, mas esta foi considerada necessaria para melhorar a preciso dos resultados.

Por além dos muitos erros ortográficos esta nota tem uma grande importância conceitual e prática.

Conceitualmente aquele exercício contribuiu a' introduo da **lógica difusa** (ou fuzzy logic) no âmbito do uso da teledeteo ao mapeamento. Logica difusa em alternativa **lógica nítida** (ou logica booleana).

Na logica nítida há BRANCO ou PRETO, na logica difusa há varias gradaes de cinzento.

Na logica nítida um pixel numa imagem de satélite  FLORESTA ou AGRICULTURA, na logica difusa o pixel pode representar uma gradao (mistura) entre as duas categorias de

cobertura/uso da terra: 100% Floresta = 0% Agricultura ou 75% Floresta = 25% Agricultura ou 50% Floresta = 50% Agricultura ou 25% Floresta = 75% Agricultura até 0% Floresta = 100% Agricultura.

O exemplo de acima é difusamente aplicado hoje em dia nos software de classificação automática de imagens de satélite. Todavia a mesma logica aplica-se no caso da interpretação visual (analógica) das imagens. Como explicou-se em 2007 os intérpretes de imagens de satélite sempre chegam ao ponto de ver/intuir um mosaico sem poder mapear as componentes do mosaico mesmo (em geral isto é função da escala).

De aqui nasce a necessidade criar os "polígonos mistura - mosaico de..." e de indicar uma estimativa das proporções das classes "puras" a compor o mosaico.

Mas ao utilizar esta abordagem (o mesmo Saket, em 1994 definia "polígonos mistura") a mesma logica tem que ser aplicada ao medir as áreas.

NÃO É CORRECTO atribuir a totalidade da área dum "polígono mistura" a' classe principal!

Repito **ESTE É UM ERRO!**

### 3 Por além da teoria

A exigência de escrever esta nota nasceu no contexto da minha atual consultoria: integrar os dados do Zoneamento Agro-Ecológico Nacional (ZAEN) no sistema informativo (AIFM+) do Departamento de Inventário de Recursos Naturais (DIRN) da Direção Nacional de Terras e Florestas (DNFT), Ministerio de Agricultura.

No específico meus serviços acabaram com a entrega ao DIRN dum geodatabase com os dados ZAEN a ser integrado ao AIFM+.

Fim ultimo é fornecer às Províncias o material de base para uma melhor gestão do território.

#### 3.1 Os erros ZAEN

Em Julho de 2012 o consorcio RuralConsult-IUCN-RMSI publicaram o Relatório Técnico "Uso e Cobertura da Terra" pela Província de Sofala.

Naquele relatório apresentam-se varias tabelas relacionadas às áreas, no específico:

Em página 4

*Tabela 3: Tipos de uso e cobertura agrupados por grandes categorias*

Tipo de Uso/cobertura	Área (ha)	%
Cultivos de sequeiro	1,085,487.67	16,2
Floresta densa	561,142.59	8,3
Floresta aberta	1,965,123.44	29,0
Áreas arbustivas	1,290,294.74	19,0
Mangal	143,866.83	2,1
Miombo	263,787.04	3,9
Mopane	110,139.24	1,6
Pradaria	340,729.58	5,0
Áreas habitacionais	54,732.96	0,8
Outros tipos de cobertura	959,980.27	14.2
<b>Total</b>	<b>6,775,284.36</b>	<b>100.00</b>

Tabela 4 - Estatísticas de Uso e cobertura desagregadas por classe de cobertura

User Name	Código	Area Ha	%	User Name
Áreas residenciais	5BU	54,732.96	0.81	Built-up areas
Arbustos decíduos	2SD	1,258,998.12	18.58	Deciduous shrubland
Matagal decíduo	2TD	261,372.03	3.86	Deciduous Thickets
Arbustos sempre-verdes	2SE	31,296.61	0.46	Evergreen shrubland
Matagal sempre-verde	2TE	4,391.77	0.06	Evergreen Thickets
Floresta de galeria	2FEG	260,429.63	3.84	Gallery forest
Cultivos irrigados	1FCI	38,302.72	0.57	Irrigated crops
Mangal Denso	4FEP	115,538.46	1.71	Mangrove Dense
Mangal aberto	4WEP	28,328.37	0.42	Mangrove Open
Miombo denso	2FDB	48,286.12	0.71	Miombo dense
Miombo aberto	2WDB	215,500.92	3.18	Miombo open
Mopane denso	2FDC	19,332.85	0.29	Mopane dense
Mopane aberto	2WDC	90,806.38	1.34	Mopane open
Corpos de água naturais	8WB	108,003.15	1.59	Natural water bodies
Áreas arbustivas abertas temp inundadas	4SET	3,078.93	0.05	Open shrubs on temporarily flooded land
Vegetação herbácea perm. inundada	4HVP	20,609.40	0.30	Permanently flooded herbaceous vegetation
Cultivos de sequeiro	1FCR	48,620.17	0.72	Rainfed crops
Arrozal	3GCO	1,247.47	0.02	Rice crop
Floresta decídua densa	2FD	354,297.72	5.23	Semi-deciduous dense forest
Floresta decídua aberta	2WD	1,795,995.32	26.51	Semi-deciduous open forest
Floresta densa sempre-verde	2FE	139,225.90	2.05	Semi-evergreen dense forest
Floresta aberta sempre-verde	2WE	169,128.12	2.50	Semi-evergreen open forest
Agricultura itinerante	1CXF	477,572.91	7.05	Shifting cultivation
Agricultura itinerante	2FXC	559,294.60	8.25	Shifting cultivation
Pradaria arbustiva	2GCS	280,159.23	4.14	Shrub savanna
Vegetação herbácea temp. inundada	4HVT	307,961.63	4.55	Temporarily flooded herbaceous vegetation
Plantações agrícolas	1TCF	22,202.52	0.33	Tree crops
Pradaria arbórea	2GCT	60,570.35	0.89	Tree savanna
<b>Área Total da Província</b>		<b>6,775,284.36</b>	<b>100.00</b>	<b>Total Area of Province</b>

Agora, estos números são totalmente errados! TOTALMENTE!

## 3.2 Explicação

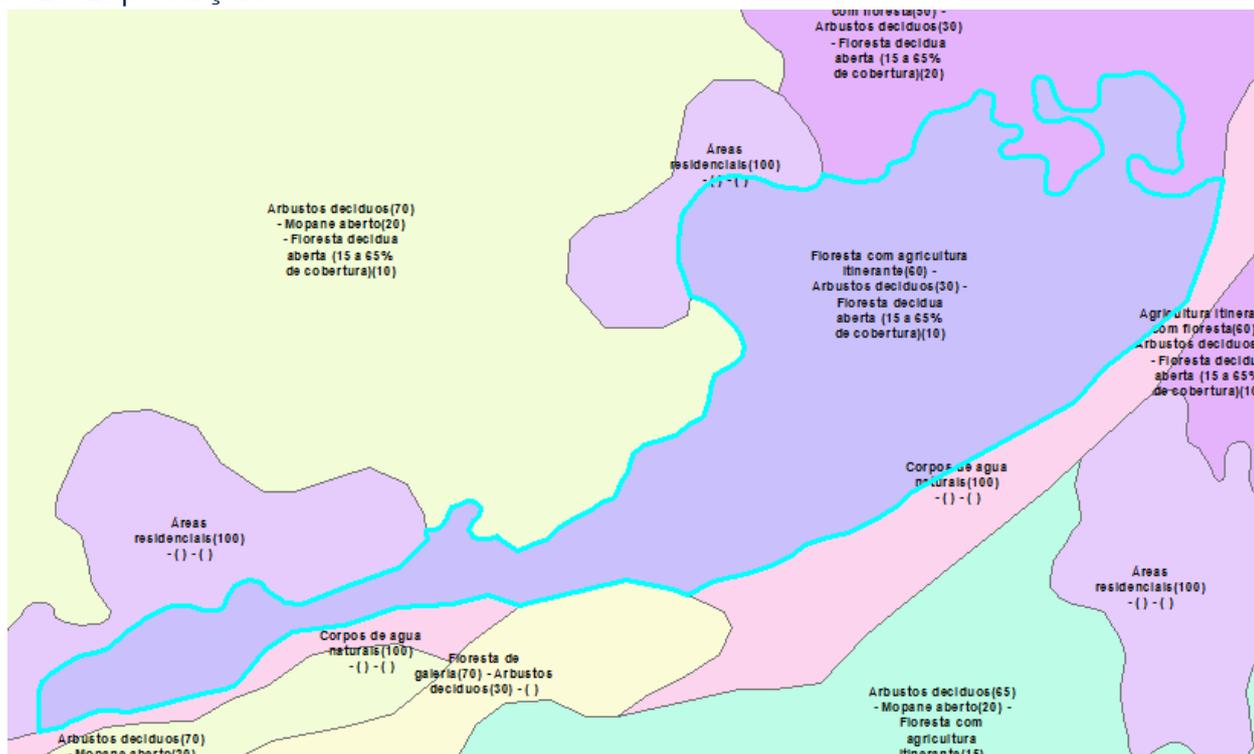


Ilustração 12 - Polígono misto

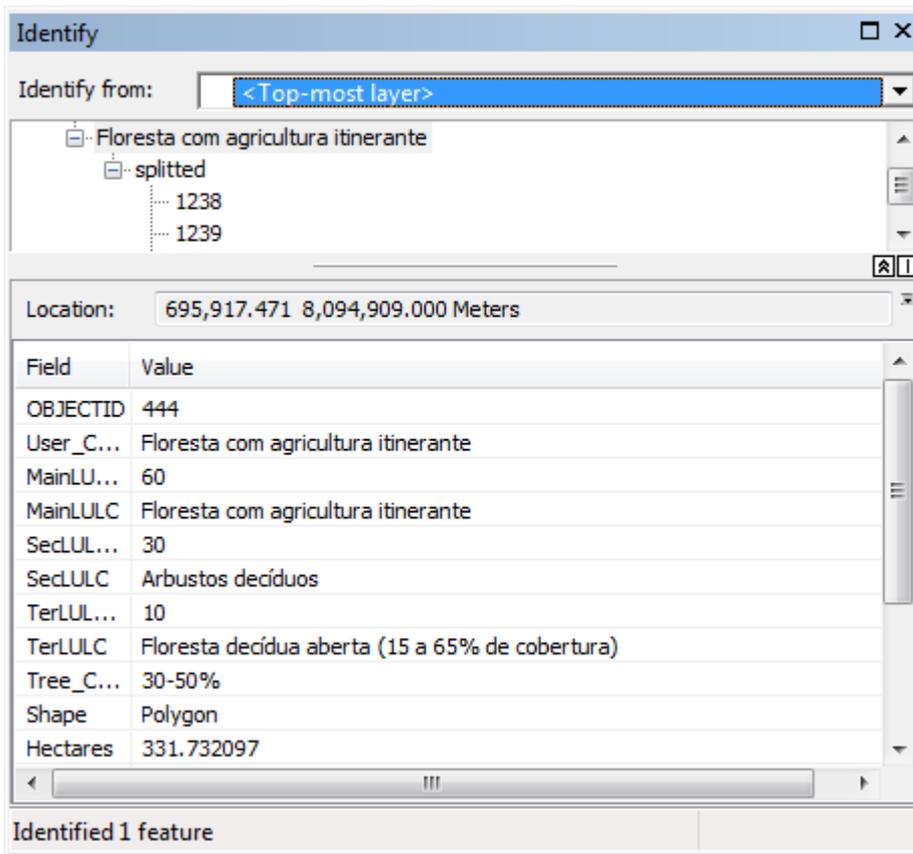
Na Ilustração 12 e' apresentado um polígono misto, e' dizer um polígono que foi interpretado como uma combinação de 3 classes UCT:

- Floresta com agricultura itinerante – 60%
- Arbustos decíduos – 30%
- Floresta decídua aberta – 10%

A superfície total do polígono e' de aproximadamente 332 hectares (detalhes em Tabela 5).

Os expertos GIS do ZAEN decidiram associar a superfície total do polígono só a' classe primária. E' dizer, cancelaram, estatisticamente, as classes secundária e terciária, que representam o 40% do polígono!

Tabela 5 - descrição e superfície do polígono



Utilizando um conjunto de ferramentas (SQL) e modelo de dados (geodatabase), um bocadinho mais avançadas dos arcaicos shapefiles e' possível chegar a uma representação estatística mais próxima a' realidade.

```

SELECT      OBJECTID, MainLULC AS LC, MainLULC_P AS Perc, Ha * MainLULC_P / 100 AS ha
FROM        dbo.LULC_SOFALA AS a
WHERE      (MainLULC_P IS NOT NULL)
UNION
SELECT      OBJECTID, SecLULC AS LC, SecLULC_P AS Perc, Ha * SecLULC_P / 100 AS ha
FROM        dbo.LULC_SOFALA AS b
WHERE      (SecLULC_P IS NOT NULL)
UNION
SELECT      OBJECTID, TerLULC AS LC, TerLULC_P AS Perc, Ha * TerLULC_P / 100 AS ha
FROM        dbo.LULC_SOFALA AS c
WHERE      (TerLULC_P IS NOT NULL)
    
```

Script 2 - split table

O  
Script 2

e' um simples set de instruções que serve por aquela que os informáticos chamam de vectorização duma matriz. Sem entrar em pormenores o resultado deste script e' a criação duma tabela virtual (no léxico SQL Server chamada "view") aonde são calculadas (sobre a base da importância relativa = percentagem) as áreas das três componentes do polígono. As mesmas são armazenadas como registros na base de dados. Como pode-se apreciar na Ilustração 13 os resultados indicam claramente que as áreas das três componentes são de 199, 100 e 33 hectares.

Associar a' primeira classe (2FXC) a inteira área do polígono, 332 hectares, significa sobrestimar a área da " Floresta com agricultura itinerante" do 67%!

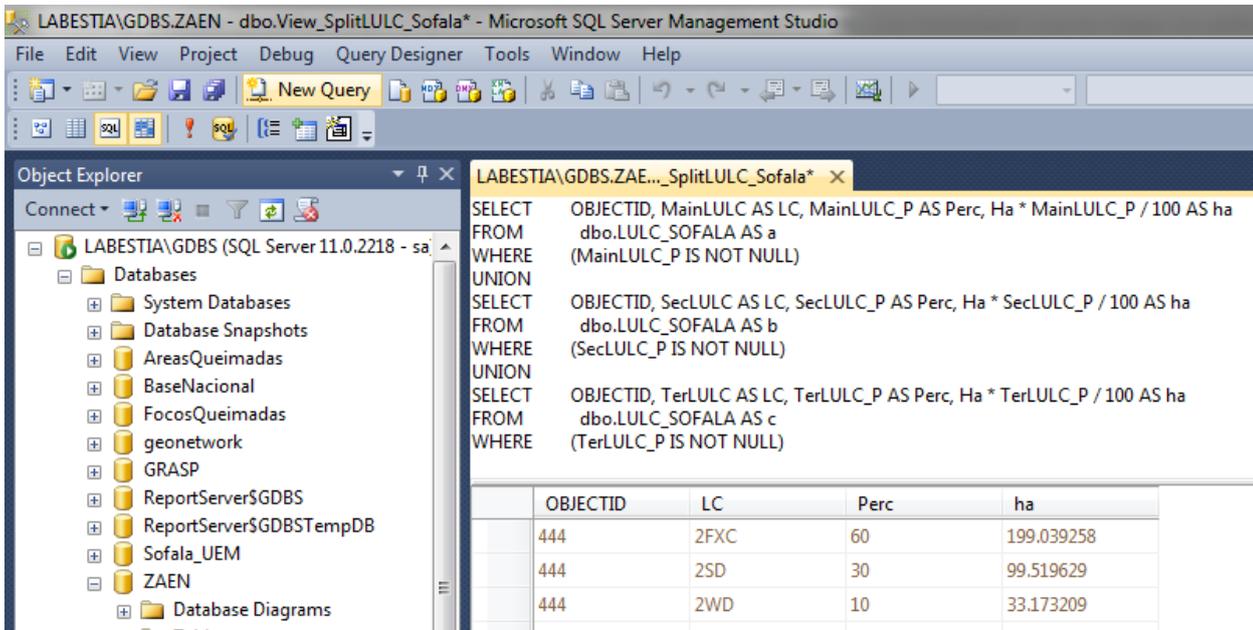


Ilustração 13 - script e resultados relativos ao polígono em análise

O ArcGIS, utilizando o modelo de dados Geodatabase, permite ativar aquela que chama-se relação 1-M (um para muitos) através da ferramenta "relationship class". Este tipo de entidade é um sistema de ligar duas tabelas (e no geodatabase um polígono é um registro duma tabela) com ligações de tipo 1-M.

Através da criação duma "relationship class" foi possível relacionar o layer UCT com as componentes subpolígonos virtuais (é dizer não cartografáveis). Na Ilustração 14 são reportadas as três janelas resultantes duma query envolvendo a ligação 1-M polígono ↔ subcomponentes. Trata-se dos mesmos resultados da Ilustração 13 mas através de um "identify" (query) do polígono analisado.

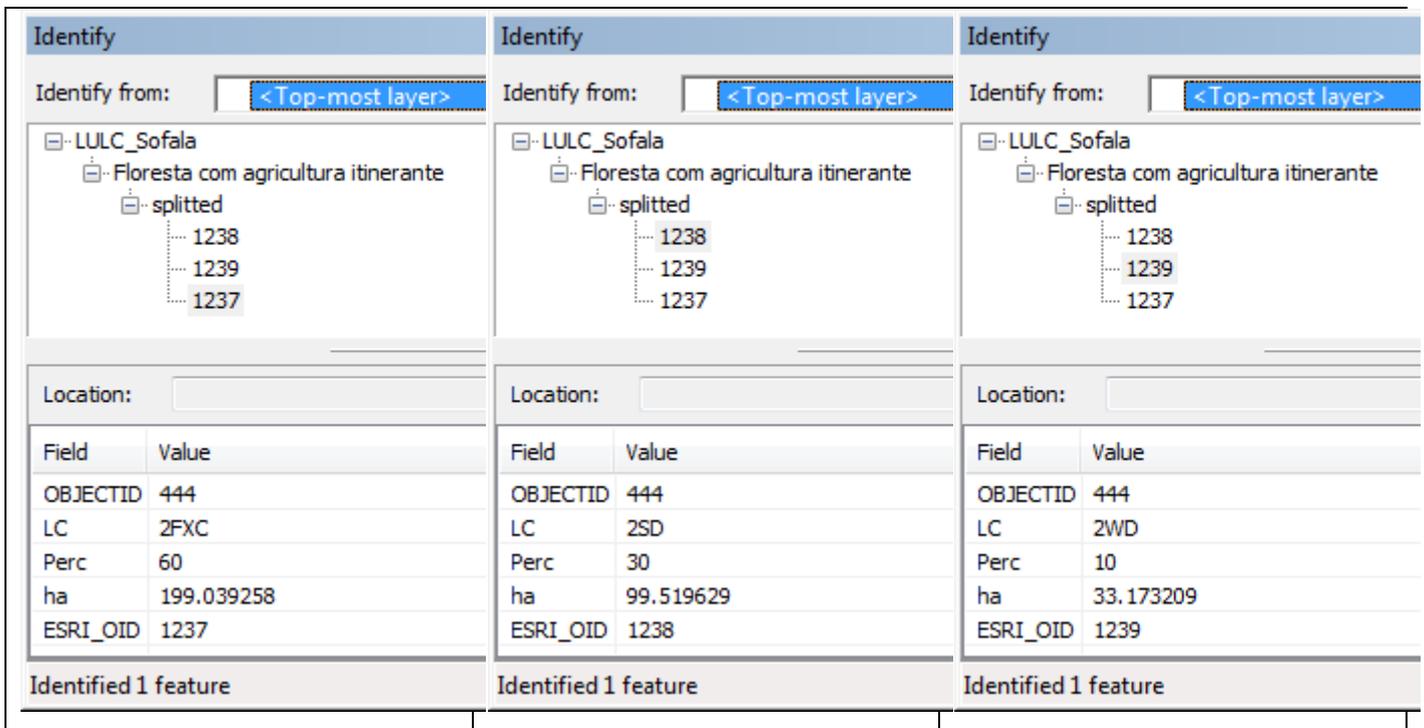


Ilustração 14

## 4 Resultados e considerações finais

As implicações nesta falha resultam evidentes na Tabela 6 que ilustra a comparação e os diferenciais (absoluto e percentagem) entre os dois métodos de cálculo.

No primeiro caso, PADR, "LC Split" e a correspondente "Sum Ha" reportam aquelas estatísticas (que o autor considera **corretas**) calculadas com a abordagem ilustrada anteriormente aplicando a logica difusa, o dos polígonos mistos.

No secundo caso, ZAEN, "LC Unsplit" e a correspondente "Sum Ha" reportam aquelas estatísticas (aquela apresentadas no relatório oficial do ZAEN, que o autor considera **não corretas**) calculadas com a abordagem ZAEN aplicando a logica booleana, o dos polígonos puros.

Na tabela PADR aparecem 1432 hectares (primeira linha) sem definição. Trata-se de dois frações de polígono (componente secundaria e/o terciaria) que foram definidas em termos de percentagem sem declarar a classe UCT de pertencia.

OBJECTID	LC	Perc	ha	ESRI_OID *
68		20	769.006164	192
263		10	662.976792	721

Tabela 6

PADR		ZAEN			
LC Split	Sum Ha (a)	LC Unsplit	Sum Ha (b)	$\Delta$ (ha) (b) - (a)	$\Delta$ (%) $\frac{(b) - (a)}{(a)}$
	1,432.0		-	0.0	-100%
1CXF	296,284.4	1CXF	477,572.9	181,288.5	61%
1FCI	29,243.4	1FCI	38,302.7	9,059.3	31%
1FCR	33,786.5	1FCR	48,620.2	14,833.7	44%
1TCF	19,524.3	1TCF	22,202.5	2,678.2	14%
2FD	288,238.3	2FD	354,297.7	66,059.4	23%
2FDB	32,559.2	2FDB	48,286.1	15,726.9	48%
2FDC	13,853.5	2FDC	19,332.9	5,479.4	40%
2FE	97,993.9	2FE	139,225.9	41,232.0	42%
2FEG	220,486.2	2FEG	260,429.6	39,943.4	18%
2FXC	331,853.0	2FXC	559,294.6	227,441.6	69%
2GCS	262,677.4	2GCS	280,159.2	17,481.8	7%
2GCT	105,296.5	2GCT	60,570.4	44,726.2	-42%
2SD	2,130,846.0	2SD	1,258,998.1	871,847.9	-41%
2SE	82,179.6	2SE	31,296.6	50,883.0	-62%
2TD	171,060.1	2TD	261,372.0	90,311.9	53%
2TE	2,635.1	2TE	4,391.8	1,756.7	67%
2WD	1,647,439.8	2WD	1,795,995.3	148,555.6	9%
2WDB	143,036.9	2WDB	215,500.9	72,464.0	51%
2WDC	76,838.9	2WDC	90,806.4	13,967.5	18%
2WE	151,897.9	2WE	169,128.1	17,230.3	11%
2WS	271.9			271.9	-100%
3GCO	748.5	3GCO	1,247.5	499.0	67%
4FEP	82,831.4	4FEP	115,538.5	32,707.0	39%
4HVP	26,636.6	4HVP	20,609.4	6,027.2	-23%
4HVS	26,012.1			26,012.1	-100%
4HVT	252,507.1	4HVT	307,961.6	55,454.5	22%
4SET	29,547.8	4SET	3,078.9	26,468.9	-90%
4WEP	42,873.1	4WEP	28,328.4	14,544.7	-34%
5BU	57,403.9	5BU	54,733.0	2,670.9	-5%
6BS	8.6			8.6	-100%
8WB	117,280.4	8WB	108,003.1	9,277.3	-8%
	<b>6,775,284.4</b>		<b>6,775,284.4</b>		