

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE MULTITEMPORAIS BASEADA EM OBJETOS E APURAMENTO SEMIAUTOMÁTICO DE LIMIARES DE CORTE

Ângela Barbosa, Dora Roque, Ana Maria Fonseca e Jorge Rocha



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Problemática



Material e Métodos:

Enquadramento da unidade de análise

Área: 7334 km²

Extensão: 90,3 km x 81 km

Distritos: Leiria

Lisboa

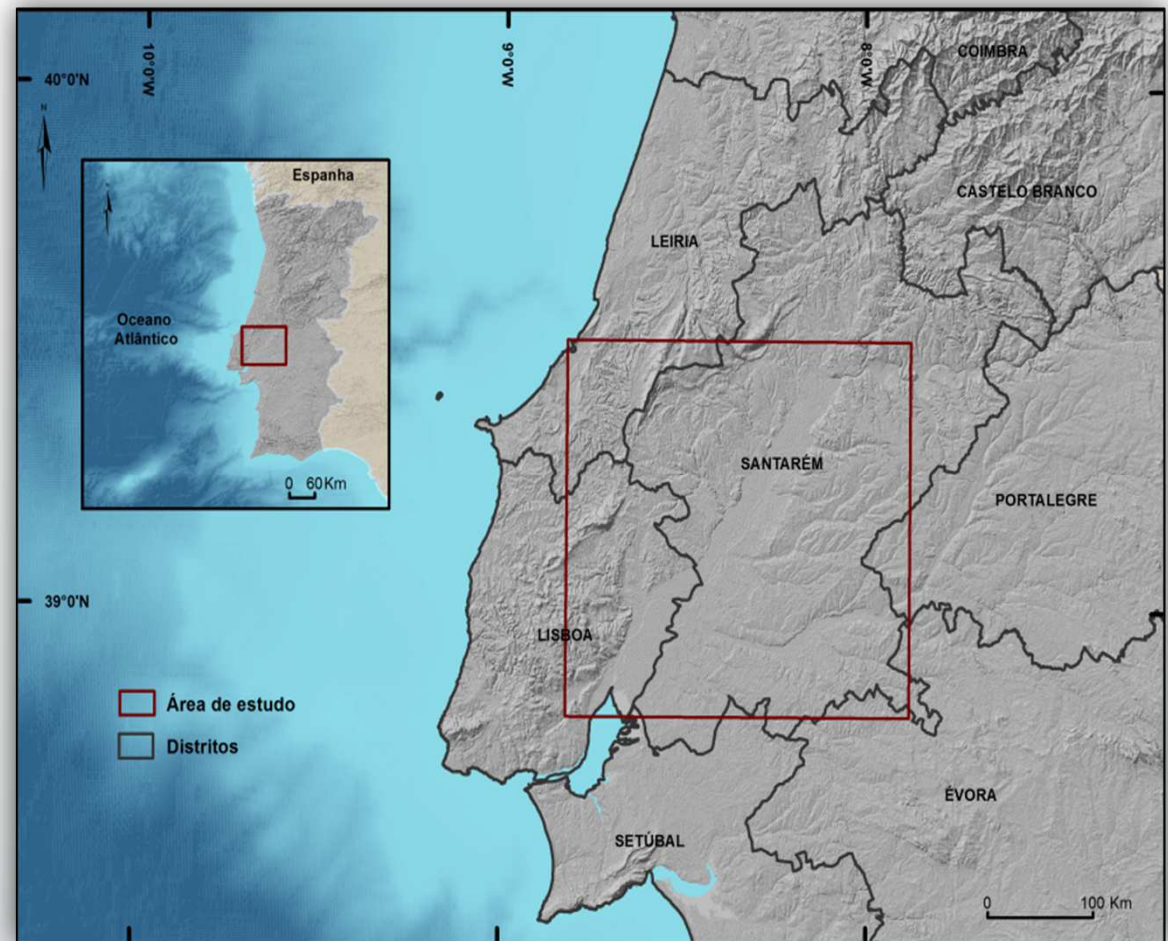
Santarém

Setúbal

Évora

Portalegre

Concelhos: 41



Localização
— Área de estudo
— Distritos

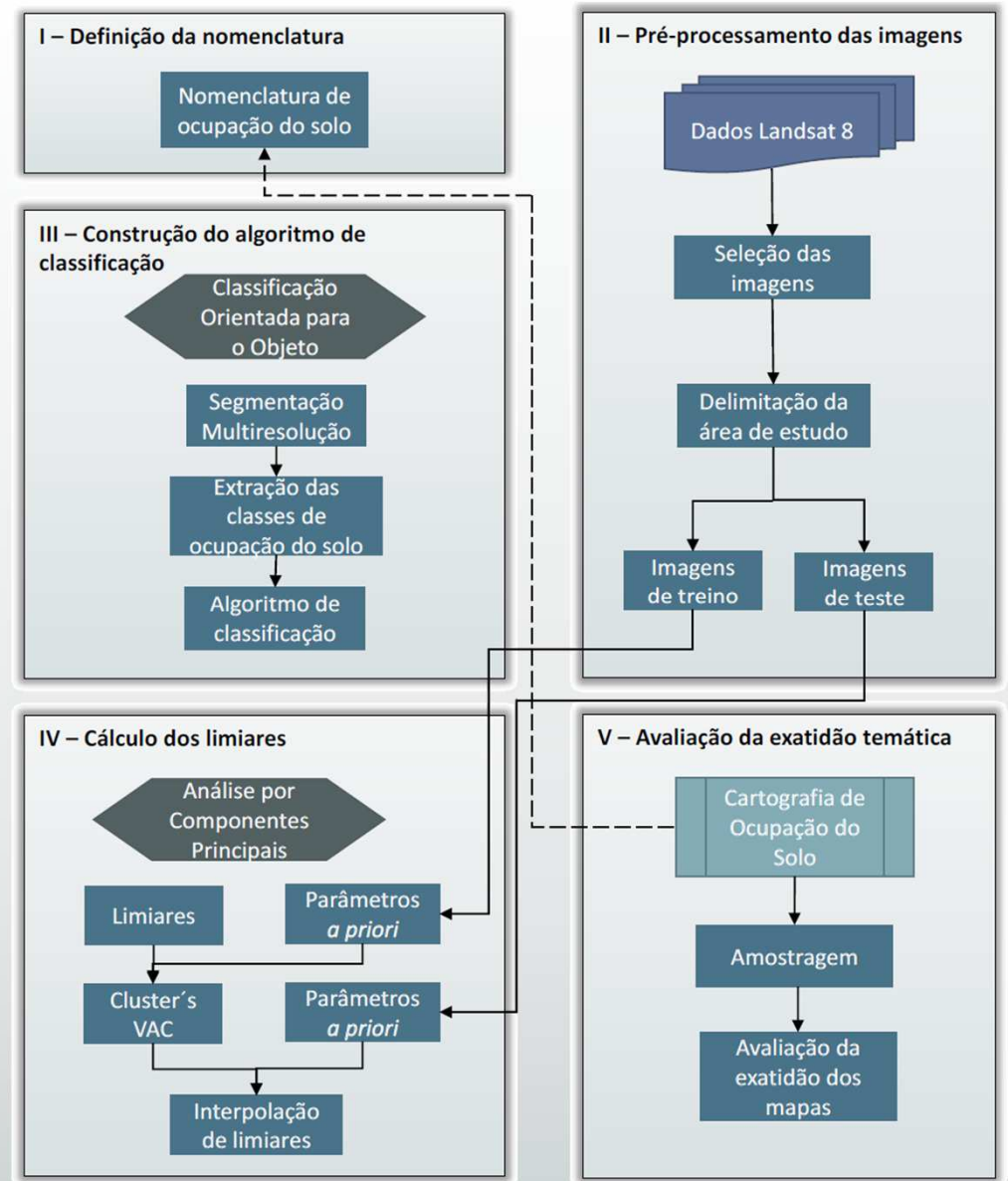
Material e Métodos :

Imagens de satélite Landsat

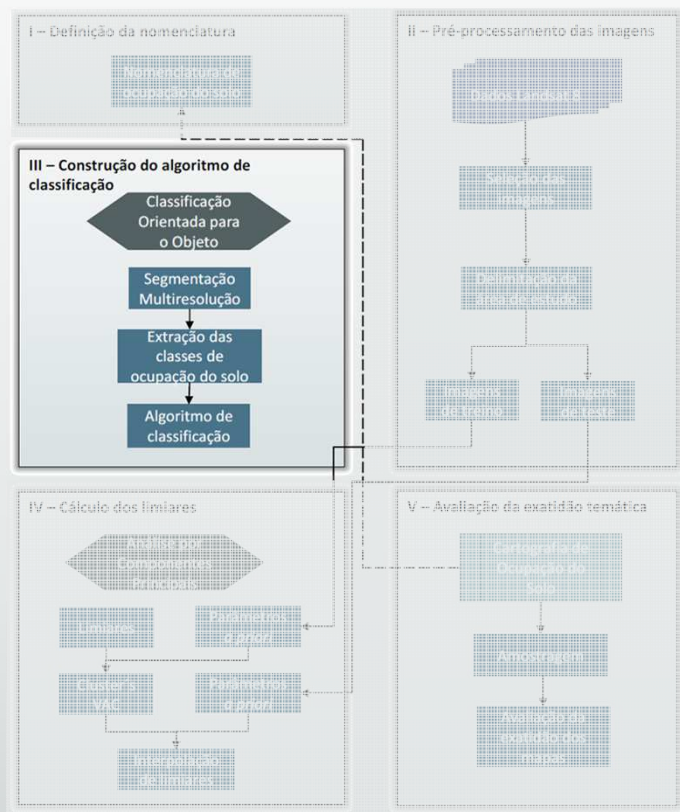
Imagens Landsat 8 selecionadas					
	Dia	Mês	Ano	Identificador	% Nuvens
Imagens de treino	22	Julho	2013	LC82040332013203LGN00	0,99
	23	Agosto	2013	LC82040332013235LGN00	4,61
	10	Outubro	2013	LC82040332013283LGN00	0,14
	27	Novembro	2013	LC82040332013331LGN00	1,66
Imagens de teste	08	Setembro	2013	LC82040332013251LGN00	0,10
	11	Novembro	2013	LC82040332013315LGN00	4,80
	09	Julho	2014	LC82040332014190LGN00	0,11
	29	Outubro	2014	LC82040332014302LGN00	0,40

Metodologia de análise

1. Construção do algoritmo de classificação (III);
2. Cálculo dos limiares (IV);
3. Avaliação da exatidão temática (V).



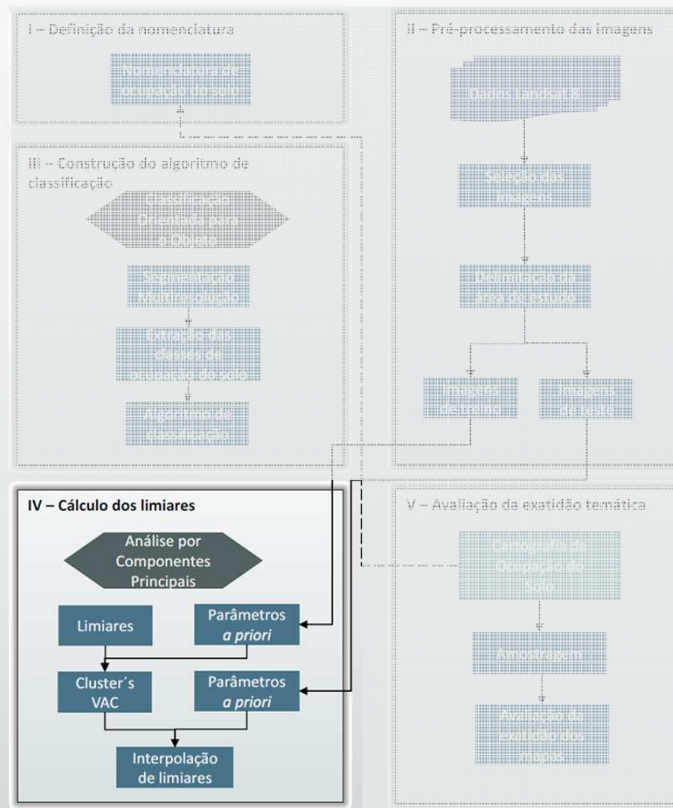
1. Construção do algoritmo de classificação (III)



Nível 1	Nível 2
1 Territórios artificializados	1.1 Tecido Urbano
	1.2 Indústria, comércio e transportes
	1.3 Áreas de extração de inertes, áreas de deposição de resíduos e estaleiros de construção
	1.4 Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas
2 Áreas agrícolas e agroflorestais	2.1 Culturas temporárias
	2.2 Culturas permanentes
	2.3 Pastagens permanentes
	2.4 Áreas agrícolas heterogêneas
3 Florestas e meios naturais e seminaturais	3.1 Florestas
	3.2 Florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea
	3.3 Zonas descobertas e com pouca vegetação
4 Zonas húmidas	4.1 Zonas húmidas interiores
	4.2 Zonas húmidas litorais
5 Corpos de água	5.1 Águas interiores
	5.2 Águas marinhas e costeiras

Variáveis		Limiar por imagem			
		Função	27 novembro 2013	10 outubro 2013	23 agosto 2013
Radiométricas	LD-Banda 1	┐	8348,70	9368,70	10723,70
	LD-Banda 4	┐	6619,00	7340,60	9002,80
	LD-Banda 5	┐	5333,00	5397,00	13482,00
	LD-Banda 6 (1)	┐	6017,00	9227,00	10551,00
	LD-Banda 6 (2)	┐	6564,50	9906,00	12195,00
	LD-Banda 6 (3)	┐	8379,50	9906,00	12195,00
	LD-Banda 7	┐	8908,70	10759,30	12474,70
	LI-Banda 8	┐	13049,57	13049,57	13049,57
	LD-Banda 11	┐	18467,00	23925,00	24378,00
	Desvio padrão	┐	141,27	220,37	250,60
	LD-DP Banda 1	┐			271,00
Aritmética	LD-NDVI	┐	0,18	0,20	0,27
	LD-NDWI (1)	┐	0,02	0,00	0,00
	LD-NDWI (2)	┐	-0,02	-0,11	-0,11
	LD-NDWI (3)	┐	-0,10	-0,12	-0,12
	LD-M 8_10	┐	13453,00	16044,00	15911,00
Geometria	LD-Rácio 3_5	┐	0,59	0,59	0,46
	LI-Area (1)	┐	400,00	400,00	400,00
	LI-Area (2)	┐	3400,00	3400,00	3400,00
	LI-Area (3)	┐	3000,00	3000,00	3000,00
	LD-Area (4)	┐	628,00	69,00	31,00
Posição	LI-Area (5)	┐	10,00	10,00	10,00
	LI-Distance	┐	27,00	27,00	27,00
	LI-Relative border (1)	┐	0,00	0,00	0,00
	LI-Relative border (2)	┐	0,00	0,00	0,00
Relação de classes	LD-Relative border (3)	┐	0,18	0,19	0,08
					0,15

2. Cálculo dos limiares (IV)



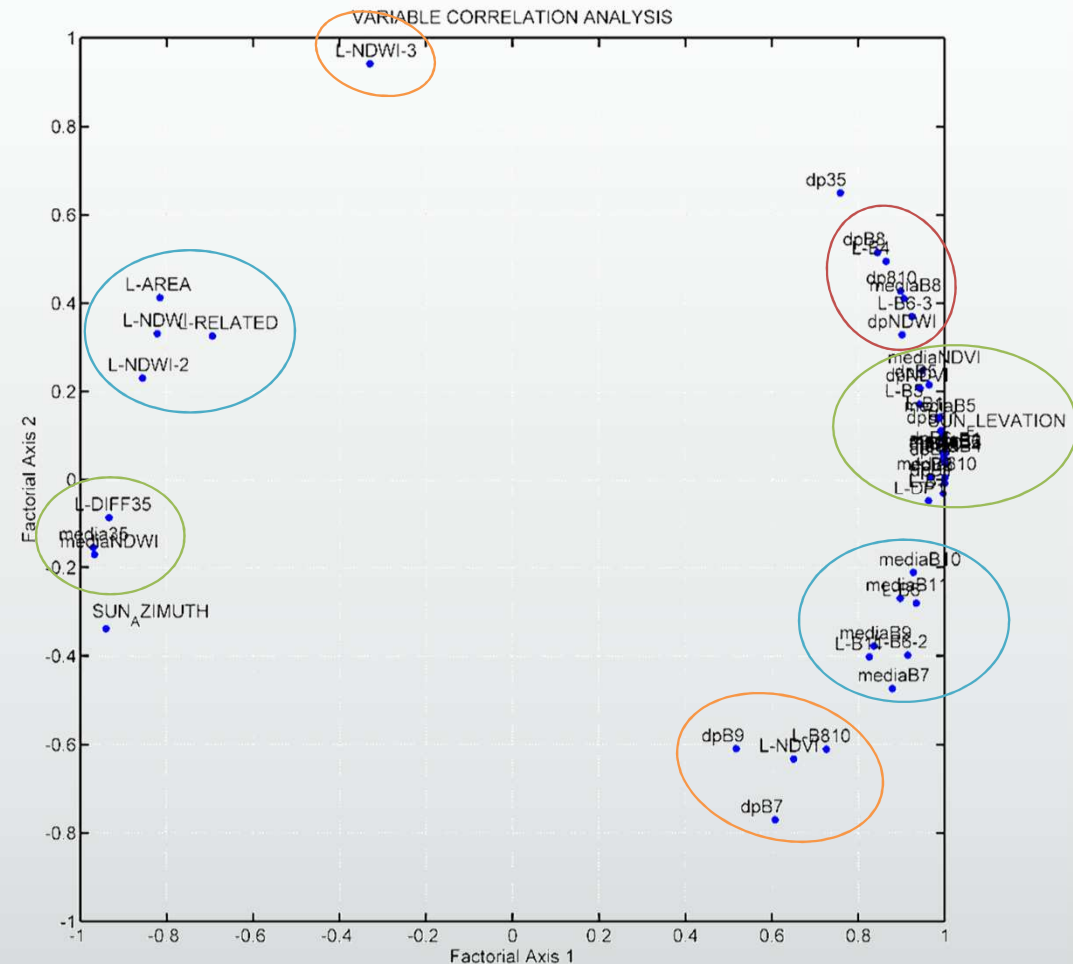
O método proposto para automatizar o processo de classificação baseia-se na utilização da Análise por Componentes Principais (ACP) para a determinação automática dos patamares de corte (limiarização) das funções de classificação. Neste processo duas ACP são aplicadas com dois objetivos diferentes.

1ª ACP:

Objetivo: Auxiliar na explicação do comportamento das variáveis utilizadas na construção do algoritmo e respectivos limiares

Dados de entrada: Limiares das imagens de referência e **parâmetros *a priori*** (caracterizadores das imagens, correspondem aos valores da média e desvio padrão de todas as bandas do satélite Landsat 8, dos índices utilizados na construção do algoritmo de classificação, e outros parâmetros relacionados com as condições de aquisição das imagens (altura e azimute do sol))

Resultado: Gerar um círculo de correlação, capaz de detetar a correlação entre os limiares das variáveis e os parâmetros *a priori*. Identificação de *clusters* com variáveis altamente correlacionadas.



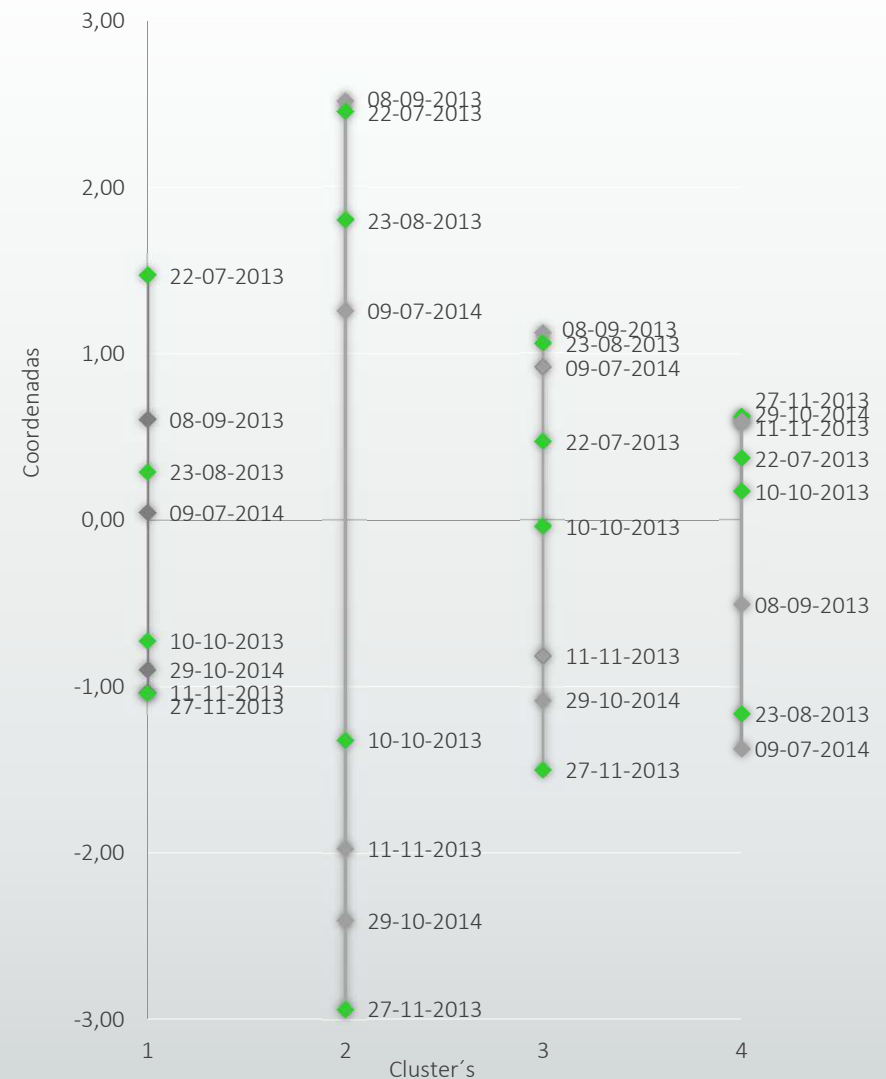
2ª ACP:

Objetivo: Realização de uma ACP para cada um dos *clusters*, com o intuito de ordenar as imagens de treino

Dados de entrada: Parâmetros *a priori* das imagens de treino e de teste

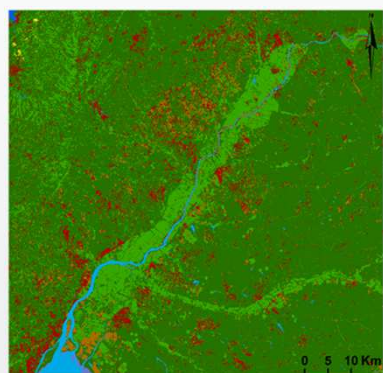
Resultado: Ordenação das imagens de treino e projeção das imagens de teste

Interpolação: Depois de projetadas as imagens, é realizada a interpolação dos limiares de corte a aplicar às imagens de teste à custa dos limiares de corte das imagens de treino. Desta forma, foi possível a determinação automática dos limiares para o restante conjunto de imagens da área de estudo

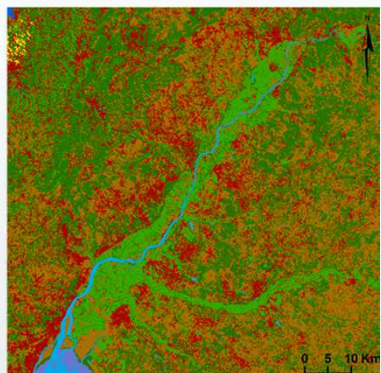


Variáveis		Função	Limiar por imagem			
			9 julho 2014	8 setembro 2013	29 outubro 2014	11 novembro 2013
Radiométricas		LD-Banda 1	11445,031	10997,359	8957,517	8684,787
		LD-Banda 4	9821,900	8603,8	6632,100	6949,400
		LD-Banda 5	14064,264	5499,190	5371,200	5354,088
		LD-Banda 6 (1)	10590,904	10457,073	7516,887	6931,266
	Média	LD-Banda 6 (2)	12347,861	11835,188	8125,831	7516,219
		LD-Banda 6 (3)	13007,100	11645,6	8407,100	9078,500
		LD-Banda 7	12799,807	13714,198	10013,286	9518,467
		LI-Banda 8	13049,570	13049,57	13049,570	13049,570
		LD-Banda 11	24444,919	24220,483	21017,276	20021,537
	Desvio padrão	LD-DP Banda 1	272,886	346,671	188,483	167,333
		LD-NDVI	0,236	0,281	0,183	0,182
Aritmética		LD-NDWI (1)	0,000	0,000	0,008	0,011
		LD-NDWI (2)	-0,109	-0,112	-0,062	-0,045
		LD-NDWI (3)	-0,119	-0,124	-0,100	-0,100
		LD-M 8_10	15976,403	15890,267	13703,770	13622,845
		LD-Rácio 3_5	0,471	0,590	0,590	0,590
Geometria		LI-Area (1)	400,000	400,000	400,000	400,000
		LI-Area (2)	3400,000	3400,000	3400,000	3400,000
		LI-Area (3)	3000,000	3000,000	3000,000	3000,000
	Extensão	LD-Area (4)	23,885	47,747	366,805	468,787
		LI-Area (5)	10,000	10,000	10,000	10,000
Relação de classes	Posição	LI-Distance	27,000	27,000	27,000	27,000
	Relação com os objetos vizinhos	LI-Relative border (1)	0	0	0	0
		LI-Relative border (2)	0	0	0	0
		LD-Relative border (3)	0,076	0,100	0,186	0,184

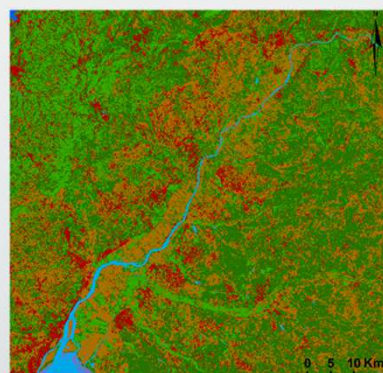
Imagens de treino



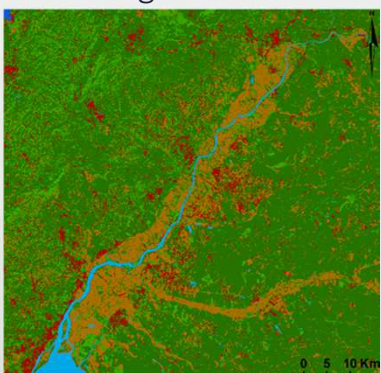
22 Julho 2013



23 Agosto 2013

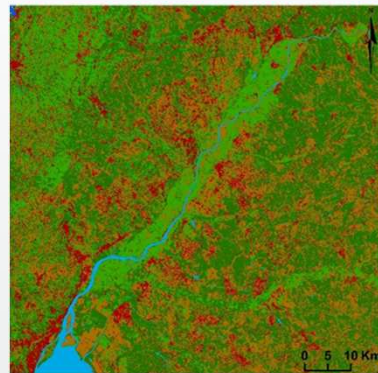


10 Outubro 2013

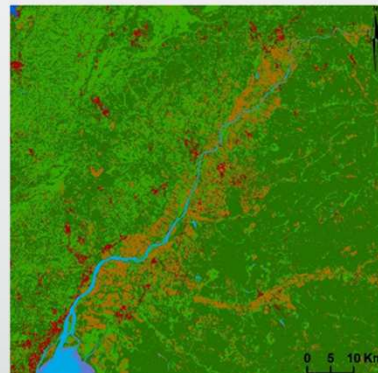


27 Novembro 2013

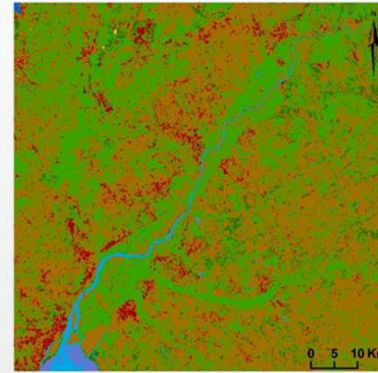
Imagens teste



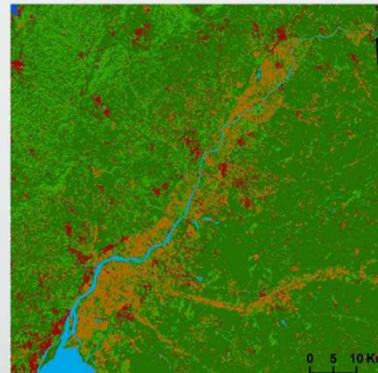
09 Julho 2014



29 Outubro 2014



08 Setembro 2013

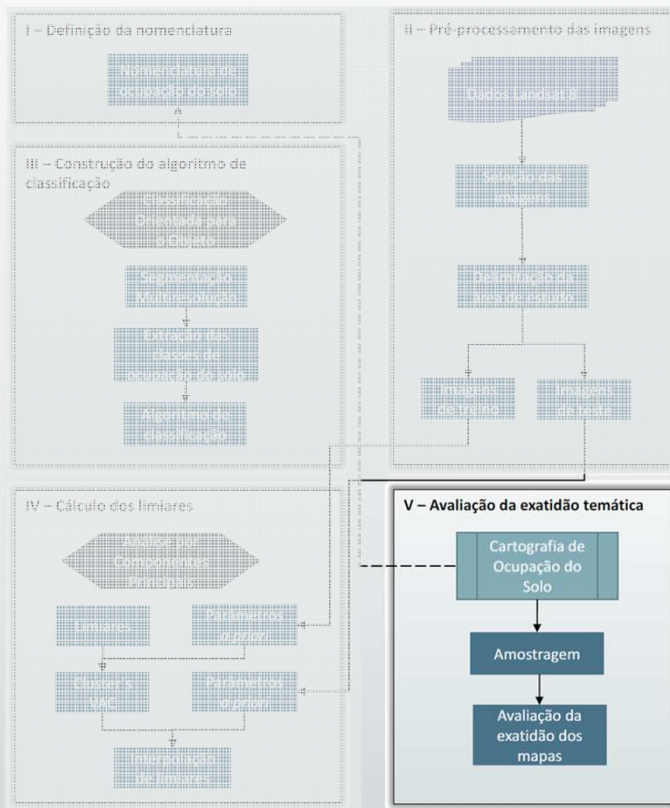


11 Novembro 2013

Designação da classe

-  Territórios artificializados
-  Áreas agrícolas e agroflorestais
-  Florestas e meios naturais e seminaturais
-  Zonas descobertas e com pouca vegetação
-  Zonas húmidas litorais
-  Águas interiores
-  Águas marinhas e costeiras

3. Avaliação da exatidão temática (V)



Processo de amostragem:

- Amostragem aleatória estratificada;
- Recolha de 30 observações por classe de ocupação do solo, totalizando 210 amostras.

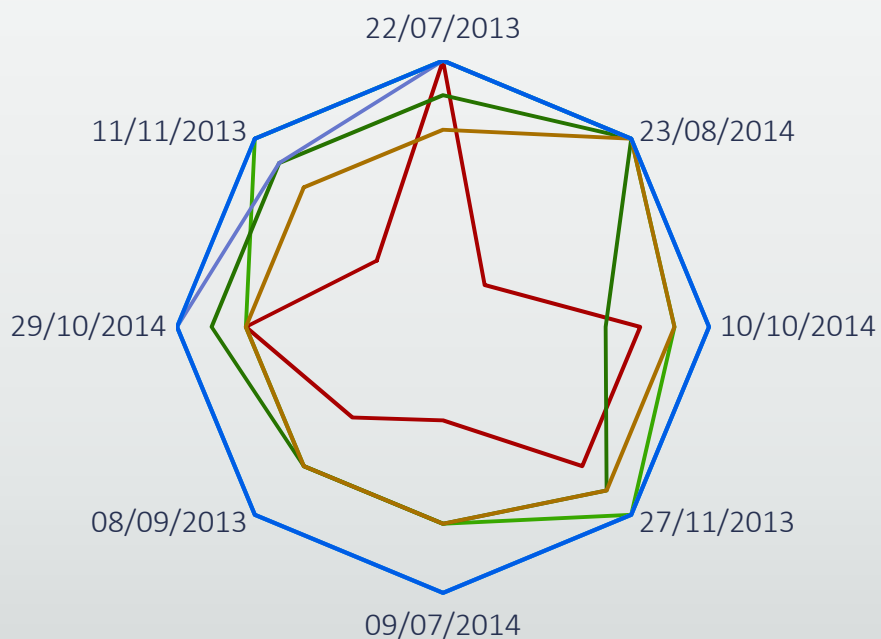
Matriz de confusão e cálculo das medidas de fiabilidade:

- Exatidão global da amostra (EG);
- Exatidão do produtor (EP) das classes;
- Exatidão do utilizador (EU) das classes;
- Erros de omissão (EO) das classes;
- Erros de comissão (EC) das classes
- Índice de concordância *Kappa* (K), da globalidade da legenda e por classe individual.

Exatidão temática

por classe:

Coeficiente de concordância *Kappa* de cada imagem por classe



por imagem:

	Imagens	N.º Observações	% Exatidão Global	Coeficiente <i>Kappa</i>
Treino	22 julho 2013	207	98,57	0,983
	23 agosto 2013	204	97,14	0,967
	10 outubro 2013	203	96,67	0,961
	27 novembro 2013	206	98,10	0,978
Teste	29 outubro 2014	203	96,67	0,961
	11 novembro 2013	201	95,71	0,961
	09 julho 2014	199	94,76	0,939
	08 setembro 2013	203	96,67	0,950

Designação da classe

- Territórios artificializados
- Áreas agrícolas e agroflorestais
- Florestas e meios naturais e seminaturais
- Zonas descobertas e com pouca vegetação
- Zonas húmidas litorais
- Águas interiores
- Águas marinhas e costeiras

Teste de sensibilidade

Depois de avaliado o método de classificação semiautomático, procurou-se avaliar a sensibilidade do mesmo. Este teste, consiste em verificar a possibilidade de se utilizar os limiares referentes às imagens de referência na classificação das imagens de teste, evitando o cálculo de limiares específicos para cada imagem.

Imagem 09 Julho 2014				N.º Observações	% Exatidão Global	Coeficiente <i>Kappa</i>
Limiar	23	Agosto	2013	147	81,7	0,80
	10	Outubro	2013	125	69,4	0,67

Considerações finais

- O método de classificação semiautomático desenvolvido é replicável porque apresenta resultados bastante satisfatórios;
- O teste à sensibilidade do método permitiu perceber que o cálculo dos limiares de corte permite uma classificação mais aproximada à realidade;
- Desde que corretamente aplicado e selecionadas as melhores imagens de treino, o algoritmo possibilita a classificação dos elementos pretendidos em qualquer outro contexto temporal.