



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

**Avaliação dos impactes dos fogos florestais
nos recursos hídricos subterrâneos
= POCI / AGR / 59180 / 2004 =**

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

Rui TUJEIRA
Luís QUINTA-NOVA
Paulo FERNANDEZ

Workshop: Estratégias e respostas para minimizar o efeito do impacto dos fogos florestais na quantidade e na qualidade da água

LNEC, 12 de Dezembro de 2007



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

OBJECTIVOS

- Proceder a uma caracterização da composição das comunidades vegetais a uma escala mais pormenorizada, com especial incidência no estudo das espécies arbóreas e arbustivas;
- Desenvolvimento de uma metodologia de amostragem e recolha do material vegetal para incinerar;
- Elaboração de uma metodologia de análise espacial para integração de diferentes variáveis com influência na quantidade e qualidade dos recursos hídricos.



ÁREAS EM ESTUDO



Bacia do Caratão



Bacia do Carvoeiro



Bacia da Quebrada

Avaliação dos impactos dos fogos florestais
nos recursos hídricos subterrâneos
(POCI / AGR / 59180 / 2004)

Estratégias e respostas para minimizar o efeito do impacto dos
fogos florestais na quantidade e na qualidade da água
LNEC, 12 de Dezembro de 2007






Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

ÁREAS EM ESTUDO

	Bacias		Ano queima	Caudais	
	Caratão	Áreas não ardidas recentemente	1998 2003	Monitorização desde 1997	
	Carvoeiro		2003	Sem monitorização	
	Quebrada	Área não ardida		Sem monitorização	Área de controlo de qualidade e quantidade de água



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e
o seu contributo para a produção de cinzas
resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

METODOLOGIA – Caracterização da vegetação

- Foi definida uma grelha de pontos equidistantes de 160 m.
- Parcelas de amostragem com uma área de 200 m² centradas nesses pontos.
- Inventariação das espécies vegetais lenhosas - método fitossociológico de *Braun-Blanquet* (KENT & COKER, 1994).
- Recolha de amostras de solo por inventário florístico.
- Análise estatística multivariada: método aglomerativo UPGMA e Análise Canónica de Correspondências (ACC).

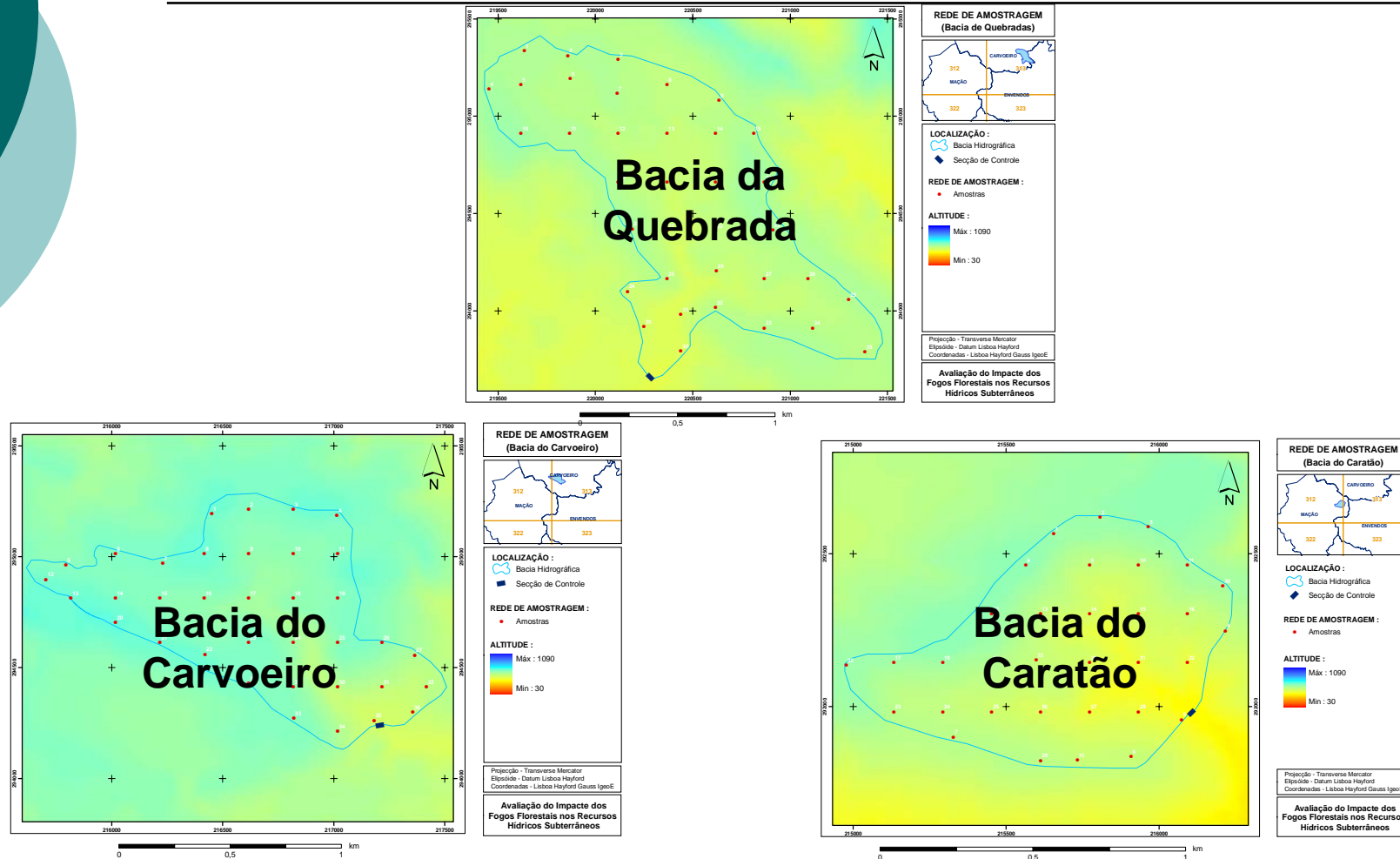


Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Distribuição espacial das amostras nas bacias hidrográficas



Avaliação dos impactes dos fogos florestais nos recursos hídricos subterrâneos (POCI / AGR / 59180 / 2004)

Estratégias e respostas para minimizar o efeito do impacte dos fogos florestais na quantidade e na qualidade da água
LNEC, 12 de Dezembro de 2007



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e
o seu contributo para a produção de cinzas
resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

INVENTÁRIOS FLORÍSTICOS

Método de *Braun-Blanquet* (KENT & COKER, 1994)

- **Fisiográficos**

Altitude

Exposição

Inclinação

Topo, Encosta; Vale.

- **Geologia**

Afloramentos

Natureza das rochas

Erosão

- **Hidrogeologia**

Reduzida

Mediana

Elevada

- **Vegetação**

Espécie:

1. Isolada
2. Pequenos tufos
3. Grandes tufos
4. Tapetes descontínuos
5. Tapetes contínuos



Inventários florísticos – Bacia do Carvoeiro

N.º DE INVENTÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Exposição	SE	SE	SO	S	N	S	SO	SE	E	SE	NO	N	N	NE	NE	SO	SE	NO	NO	NE	NE	NE	NO	NE	NO	E
Altitude (m)	321	412	418	414	403	411	418	429	387	392	415	422	428	441	393	392	380	390	405	432	423	417	412	386	397	396
Inclinação (°)	5	5	10	18	12	13	9	14	10	9	10	11	12	8	9	18	13	8	5	11	3	12	5	19	19	10
Rocha	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
N.º de espécies lenhosas	4	12	8	5	5	6	5	6	12	6	4	7	7	7	12	7	14	13	10	6	6	5	7	7	7	8

<i>Pinus pinaster</i>	3	3	4	5	4	4	4	3	3	3	4	2	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	2	4	5
<i>Eucalyptus globulus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus ladanifer</i>	0	1	1	1	1	0	0	1	2	2	2	1	0	0	2	0	3	1	2	0	1	0	2	0	2	1
<i>Cistus salvifolius</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus populifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus monspeliensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	2	1	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2
<i>Calluna vulgaris</i>	1	3	2	0	0	1	1	2	2	3	0	2	2	0	2	2	3	2	0	2	1	1	0	2	0	0
<i>Lavandula stoechas</i>	0	2	1	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1
<i>Halimium ocymoides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	1	2	3	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllirea angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2
<i>Genista triacanthos</i>	0	2	1	2	1	2	0	1	3	3	0	2	0	2	2	2	2	3	3	2	0	2	2	0	0	2
<i>Myrtus communis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i>	2	0	1	2	2	3	2	3	1	0	0	0	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	2	2	2	2
<i>Quercus coccifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Quercus rotundifolia</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus suber</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arbutus unedo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	1	2	0	0
<i>Ulex minor</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	2	0	2	2	0	0	0	0
<i>Lithodora prostrata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	1	2	2	0	0	0	0	1	2	2



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Inventários florísticos – Bacia do Carvoeiro (cont.)

N.º DE INVENTÁRIO	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Exposição	S	SE	NE	SO	S	NO	E	E	E	O
Altitude (m)	364	404	388	350	347	346	401	368	319	336
Inclinação (°)	12	3	21	30	26	12	3	23	6	12
Rocha	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
N.º de espécies_lenhosas	9	4	8	10	7	8	5	8	6	4

<i>Pinus pinaster</i>	2	4	2	3	3	4	4	3	2	3
<i>Eucalyptus globulus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus ladanifer</i>	1	2	1	2	1	2	2	0	0	0
<i>Cistus salvifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus populifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus monspeliensis</i>	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0
<i>Chamaespartium tridentatum</i>	1	2	2	2	2	1	2	2	0	2
<i>Calluna vulgaris</i>	2	0	0	2	2	0	0	2	2	2
<i>Lavandula stoechas</i>	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Halimium ocymoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Phyllirea angustifolia</i>	2	0	2	2	2	0	0	2	0	0
<i>Genista triacanthos</i>	2	0	2	0	2	2	2	2	0	0
<i>Myrtus communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erica umbellata</i>	2	2	1	2	2	3	2	2	0	3
<i>Quercus coccifera</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus rotundifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quercus suber</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
<i>Arbutus unedo</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Ulex minor</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0
<i>Lithodora prostata</i>	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Material vegetal recolhido para incineração

Genista triacanthos



Erica sp. (Urze)



**Roselha - pequena
(Cistus crispus)**



**Esteva
(Cistus ladannifer)**



**Carqueja
(Chamaespartium
tridentatum)**



Halimium sp.



**Rosmaninho
(Lavandula
stoechas)**



**Queiroga
(Calluna vulgaris)**





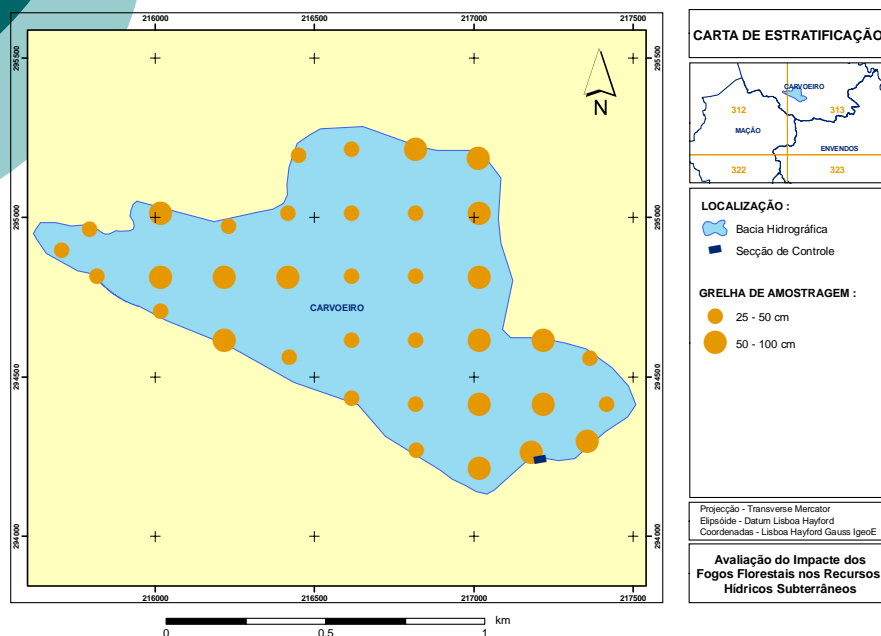
Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

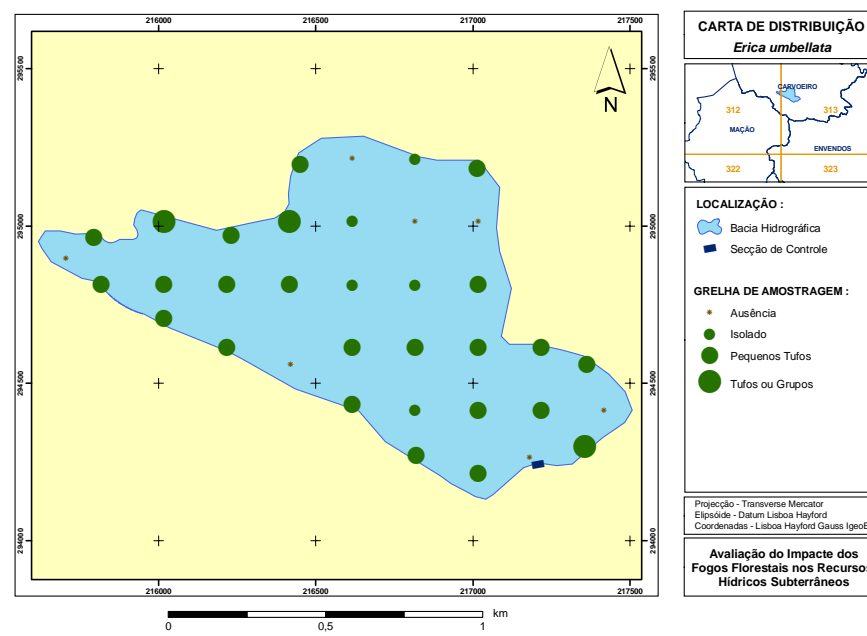
FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Inventários florísticos – Parâmetros da vegetação

Estratificação



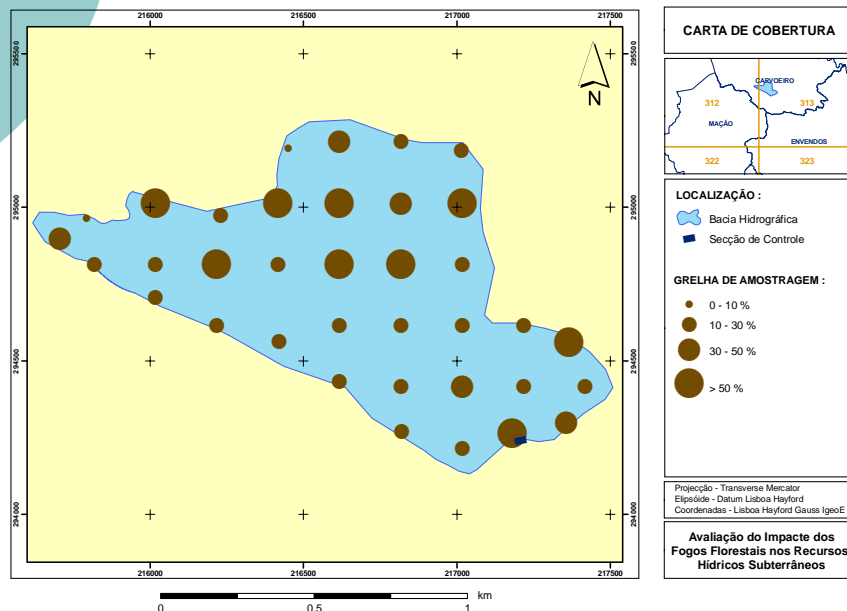
Distribuição por espécie



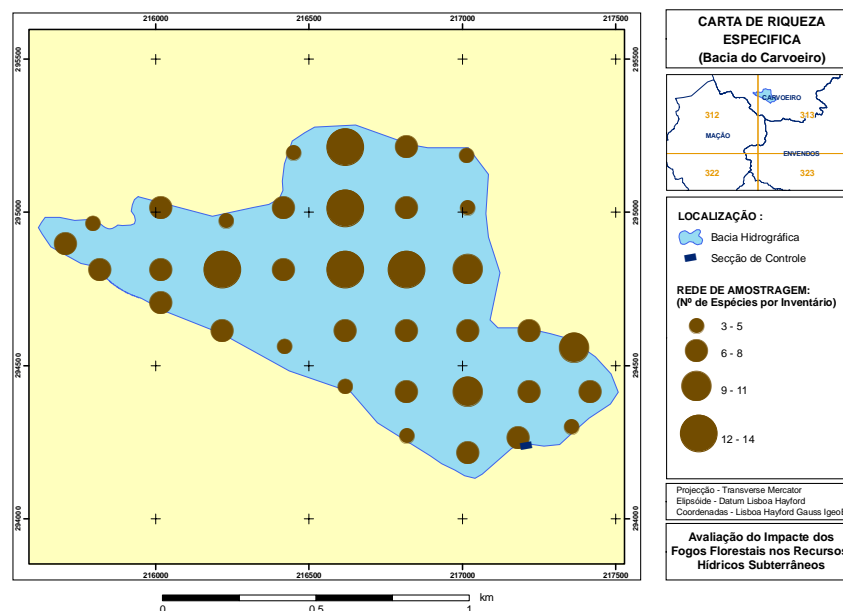


Inventários florísticos – Parâmetros da vegetação

Grau de cobertura

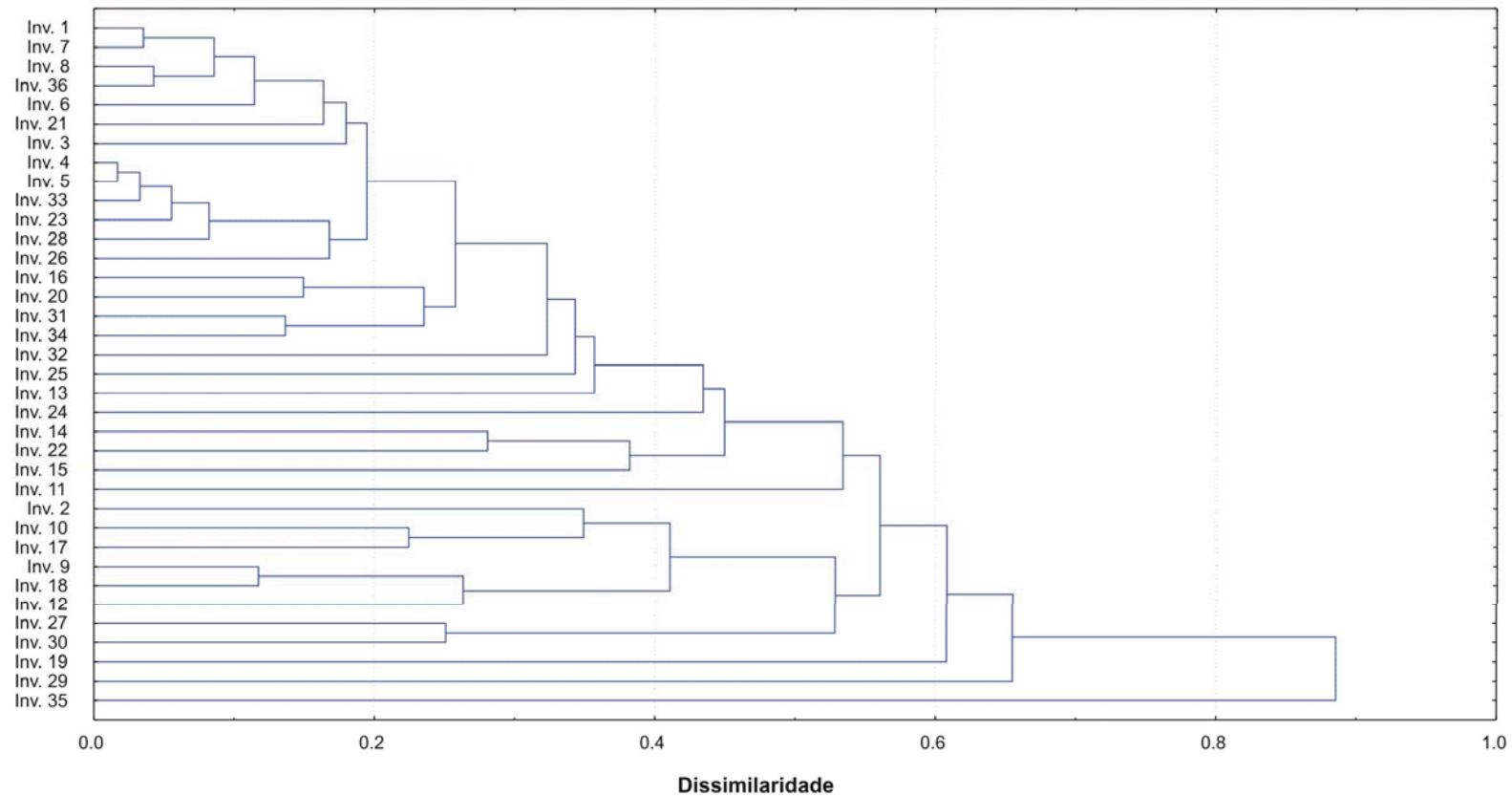


Riqueza específica





Análise Classificativa



Análise aglomerativa (modo Q, UPGMA) dos valores de dissimilaridade das comunidades vegetais (Bacia Hidrográfica do Carvoeiro).



Análise Canónica de Correspondências

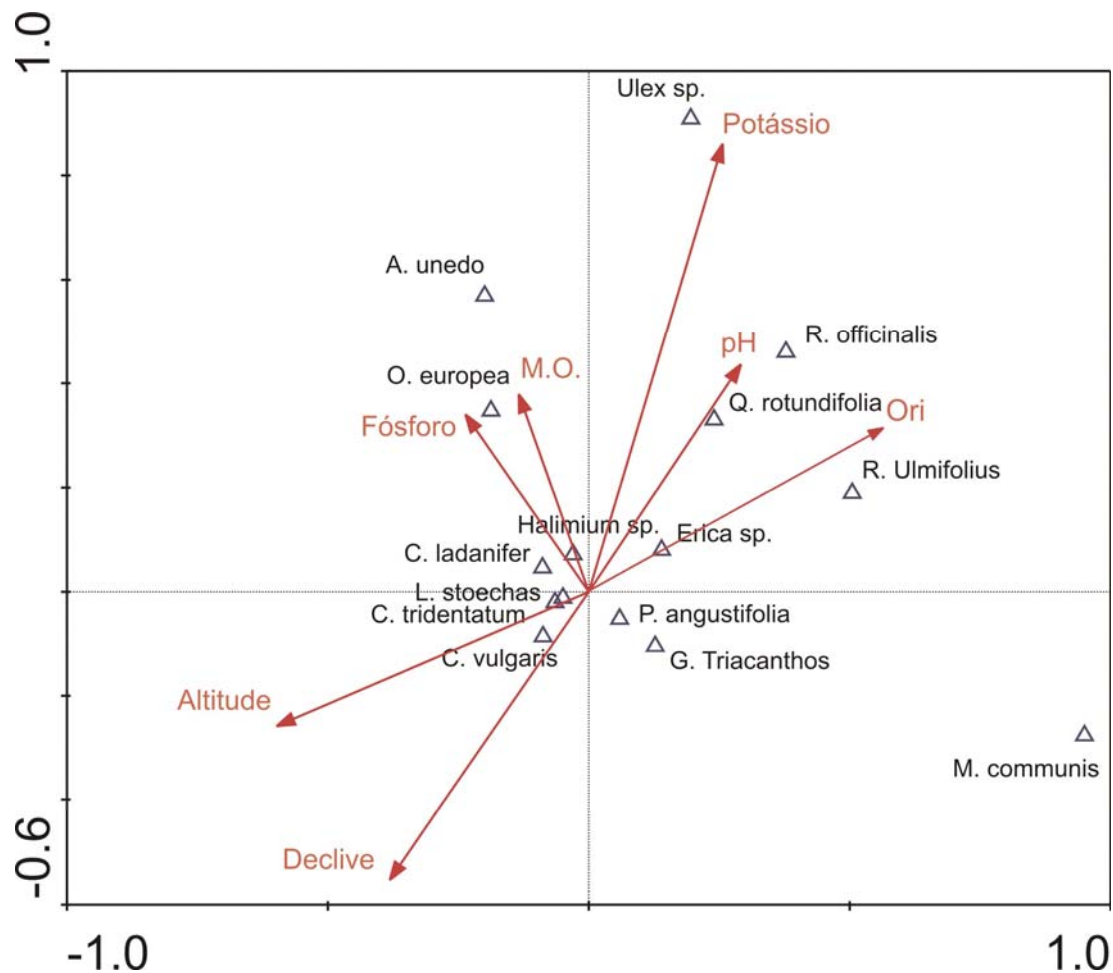


Diagrama de ordenação das espécies nos eixos canónicos correspondentes às variáveis consideradas (Bacia Hidrográfica do Caratão).



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e
o seu contributo para a produção de cinzas
resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

OBJECTIVOS - ESTIMATIVA DA BIOMASSA FLORESTAL

- Caracterizar a situação anterior e posterior à ocorrência dos fogos (tipo de coberto vegetal, (sua) densidade, volume de biomassa combustível);
- Determinar quais são as substâncias poluentes (composição das cinzas) e a sua quantidade em função do coberto vegetal.



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e
o seu contributo para a produção de cinzas
resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

ESTIMATIVA DA BIOMASSA FLORESTAL

Parâmetros avaliados

- **Composição (Puro / Misto)**
- **Estrutura (Regular / Irregular)**
- **Grau de Cobertura**
- **Regime cultural (Alto Fuste / Talhadia / Talhadia Mista)**
- **Rotação (1^a / 2^a / 3^a / Indeterminada)**
- **Tipo de Corte (Raso/ Algumas Árvores/ Área Cortada)**
- **Espécie, DAP, Altura das árvores de amostra, Altura das árvores dominantes, Idade**



ESTIMATIVA DA BIOMASSA FLORESTAL

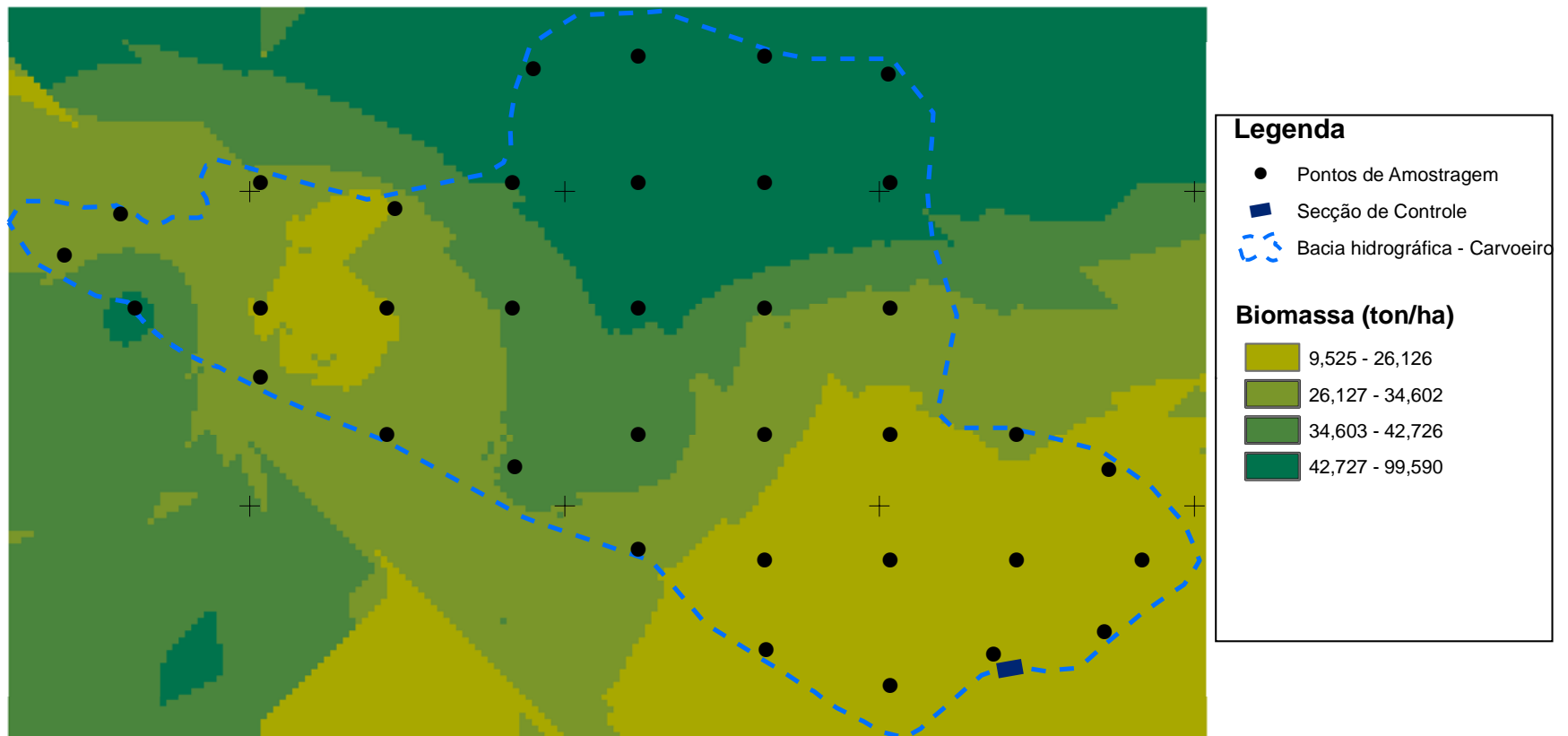
Métodos Utilizados

- **Estimativa de Biomassa dos Povoamentos de Eucalipto (Soares & Tomé , 2000)**
- **Avaliação Indirecta da Carga de Combustível em Pinhal Bravo (Fernandes *et al.*, 2002)**
- **Estimating Net Primary Production in *Pinus Pinaster* Ecosystems in Portugal (Lopes, 2005)**
- **Avaliação da Potencialidade de Produção de Biomassa Residual dos Povoamentos Florestais. Contribuição para a elaboração de um Atlas dos resíduos da Floresta e Aplicação da Biomassa do Espaço Atlântico (Páscoa, *et al.*, 2006).**



Quantidade de Biomassa (Árvores)

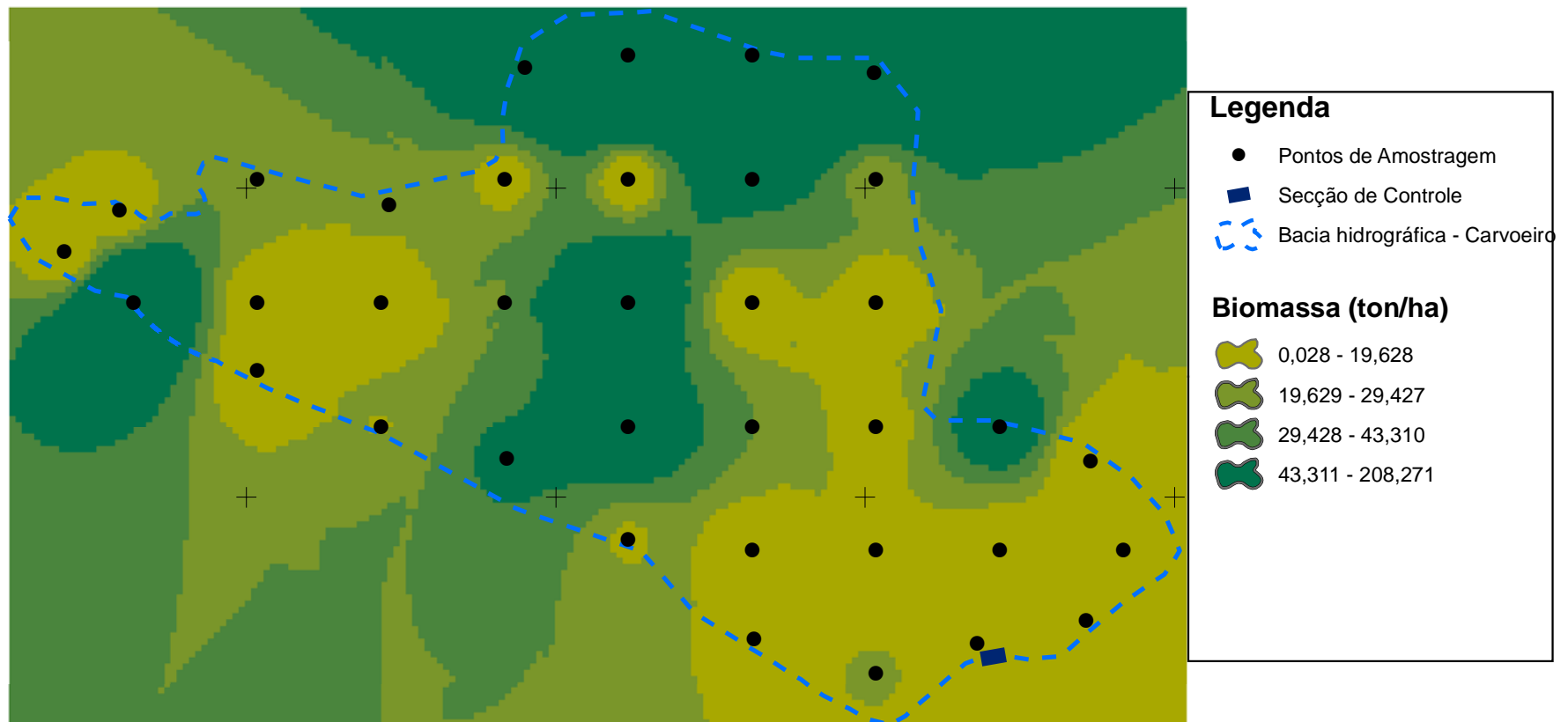
Interpolação Espacial - Kriging





Quantidade de Biomassa (Árvores)

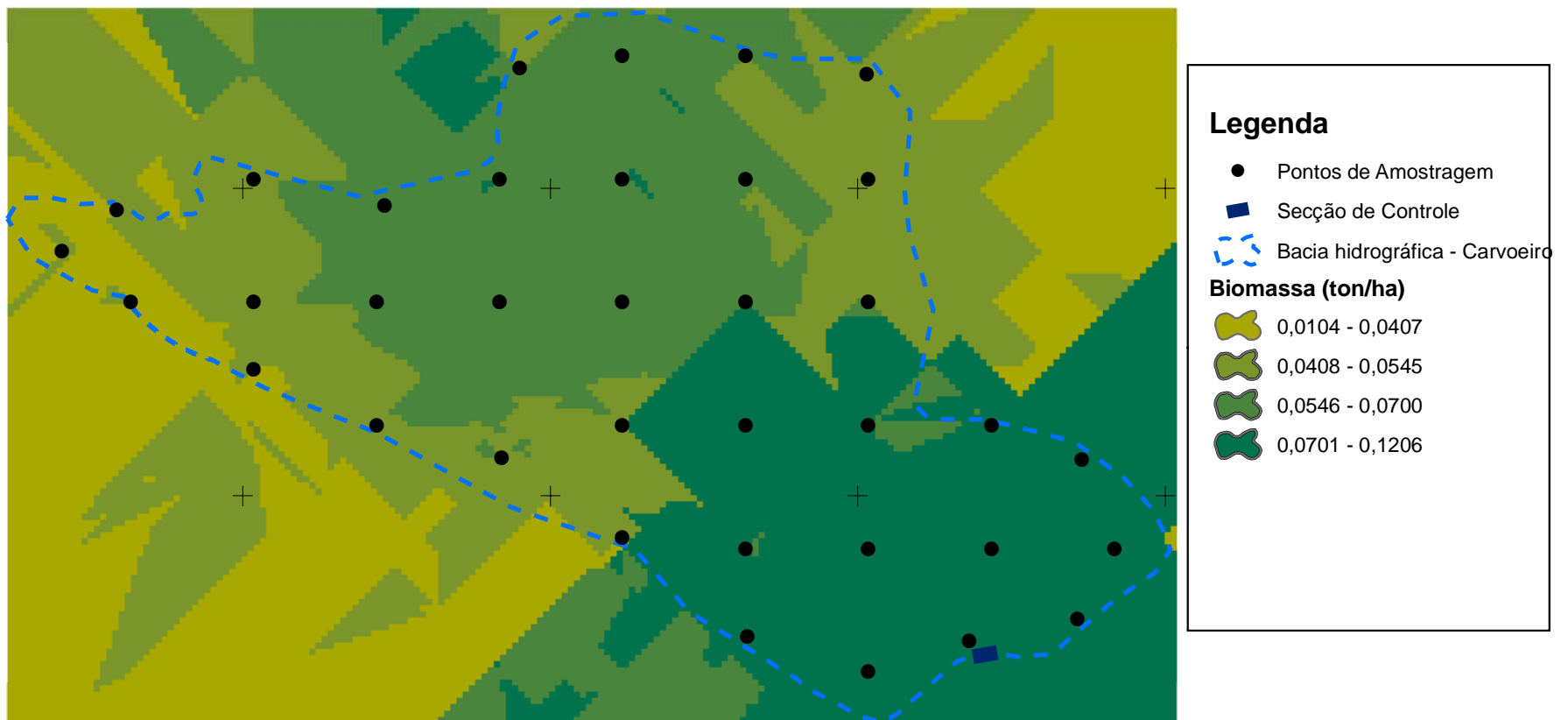
Interpolação Espacial - IDW





Quantidade de Biomassa (Matos)

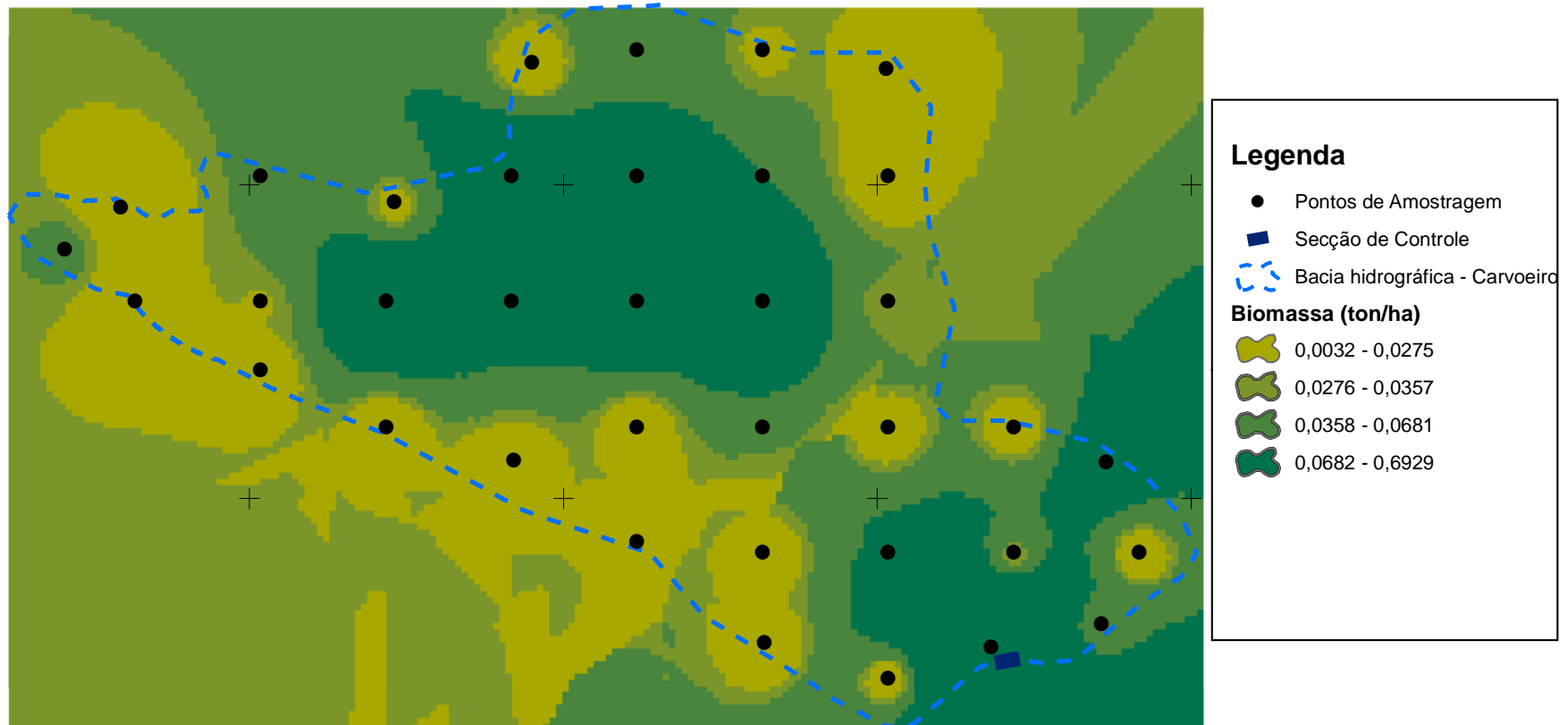
Interpolação Espacial - Kriging





Quantidade de Biomassa (Matos)

Interpolação Espacial - IDW





Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e
o seu contributo para a produção de cinzas
resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

INTERPOLAÇÃO ESPACIAL

**A selecção do método de interpolação mais ajustado à
modelação geográfica da variável?**

- **Inspecção visual dos mapas produzidos;**
- **Estudo dos erros de estimação dos modelos de
interpolação espacial.**



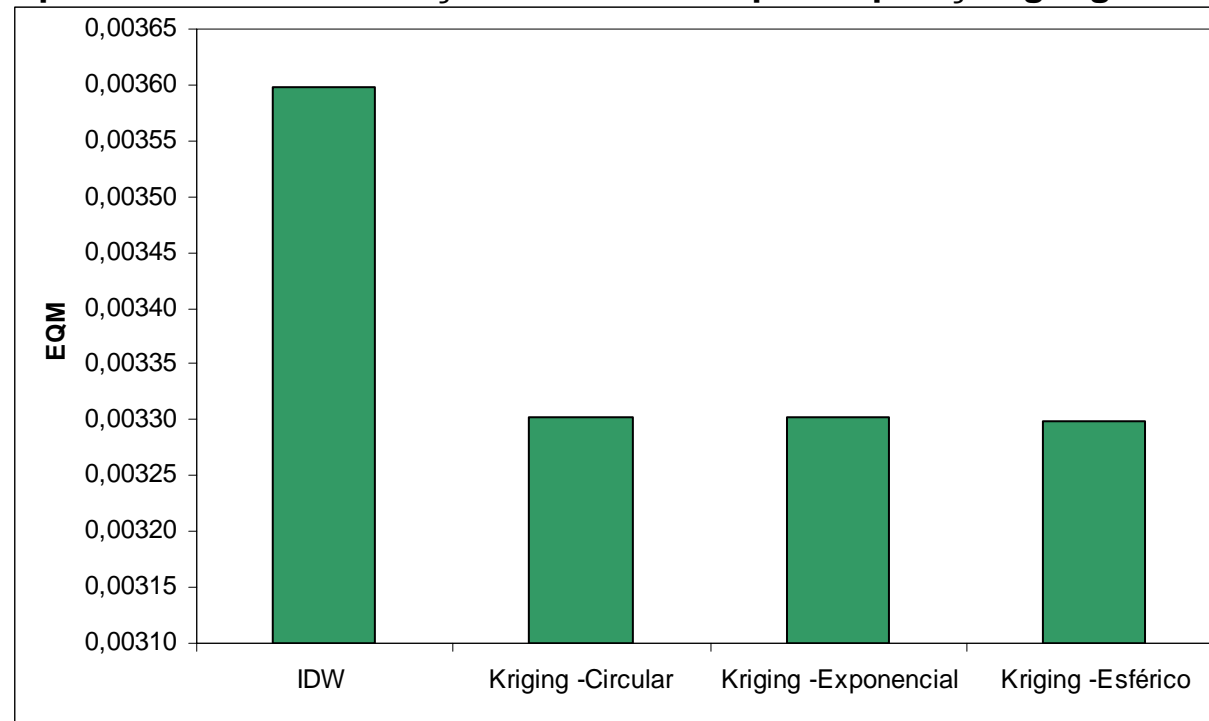
O ERRO QUADRÁTICO MÉDIO (EQM)

$$EQM = 1/n \sum_{i=1}^n (f'(x_i, y_i) - f(x_i, y_i))^2$$

n representa o número de observações do fenómeno disponíveis

$f'(x_i, y_i)$ representa uma estimativa do fenómeno para a posição geográfica i

$f(x_i, y_i)$ representa uma observação do fenómeno para a posição geográfica i



Interpolação Espacial

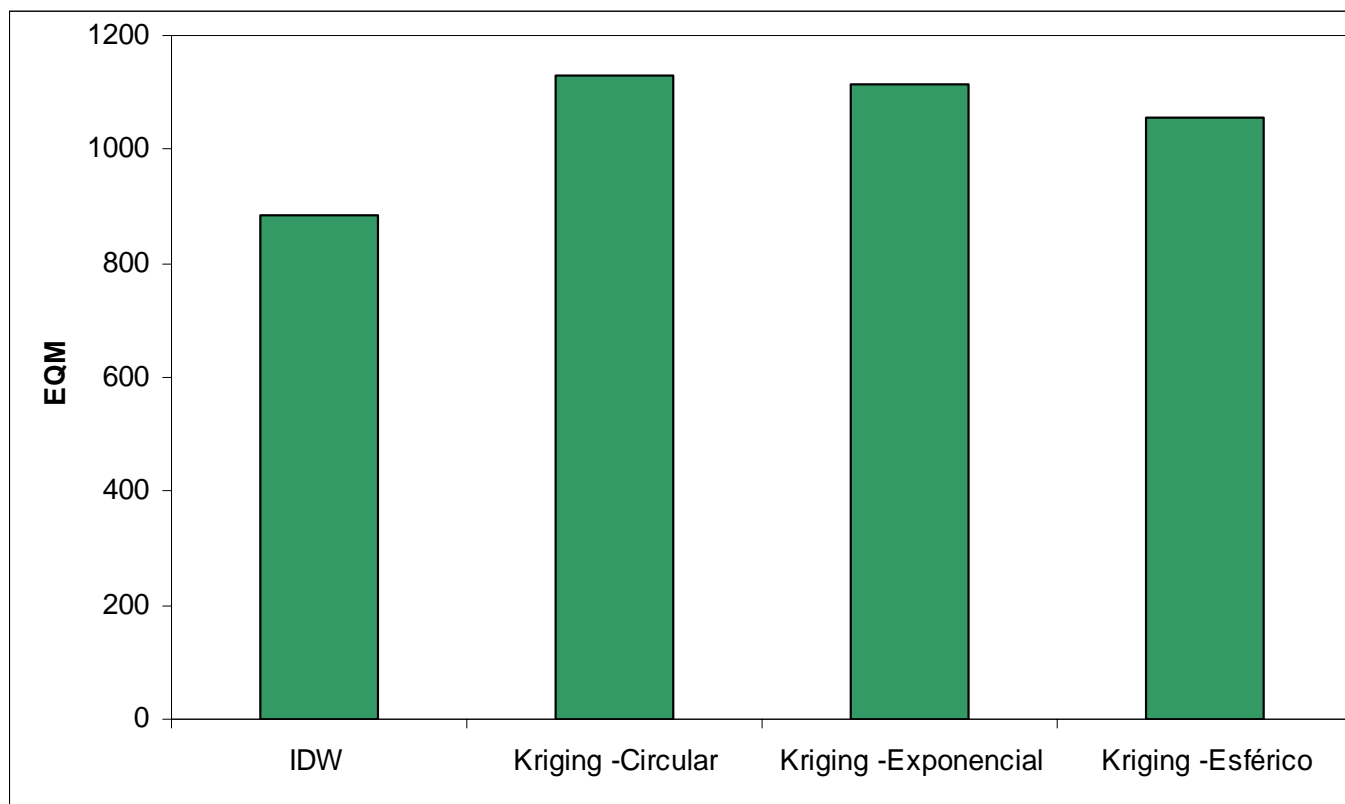
Biomassa - Matos



O ERRO QUADRÁTICO MÉDIO (EQM)

Interpolação Espacial

Biomassa - Arbóreo





Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e
o seu contributo para a produção de cinzas
resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

ÁREAS EM ESTUDO

2ª Fase



Avaliação dos impactes dos fogos florestais
nos recursos hídricos subterrâneos
(POCI / AGR / 59180 / 2004)

Estratégias e respostas para minimizar o efeito do impacte dos
fogos florestais na quantidade e na qualidade da água
LNEC, 12 de Dezembro de 2007



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Caracterização e análise do coberto vegetal lenhoso e o seu contributo para a produção de cinzas resultantes de incêndios florestais

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

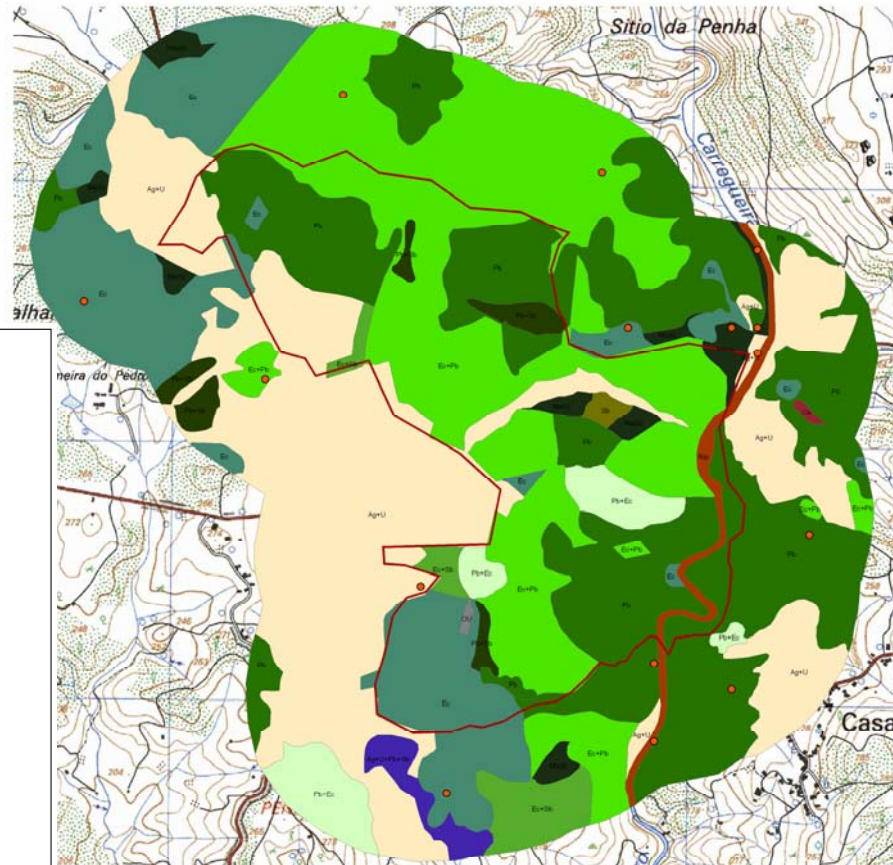
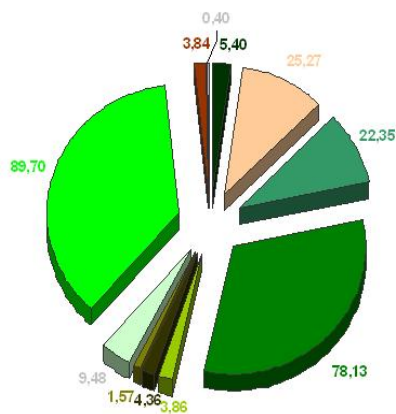
ÁREAS EM ESTUDO

2ª Fase

Bacia do Penhascoso

- Ocupação do Solo -

Área de Ocupação de solo da Zona Ardida do Penhascoso (em hectares)



ENQUADRAMENTO

OCUPAÇÃO DE SOLO

- Ag+U+Pb+Sb
- Ch
- Ec
- Ec+Pb
- Ec+Sb
- Ma(b)
- OU
- Pb
- Pb+Ec
- Pb+Sb
- Rip
- Sb
- Área ardida
- pontos_amostra

Projeção - Transverso-mercator
Elipse de Lisboa Hayford
Coordenadas - Lisboa Hayford Gauss IgeoE

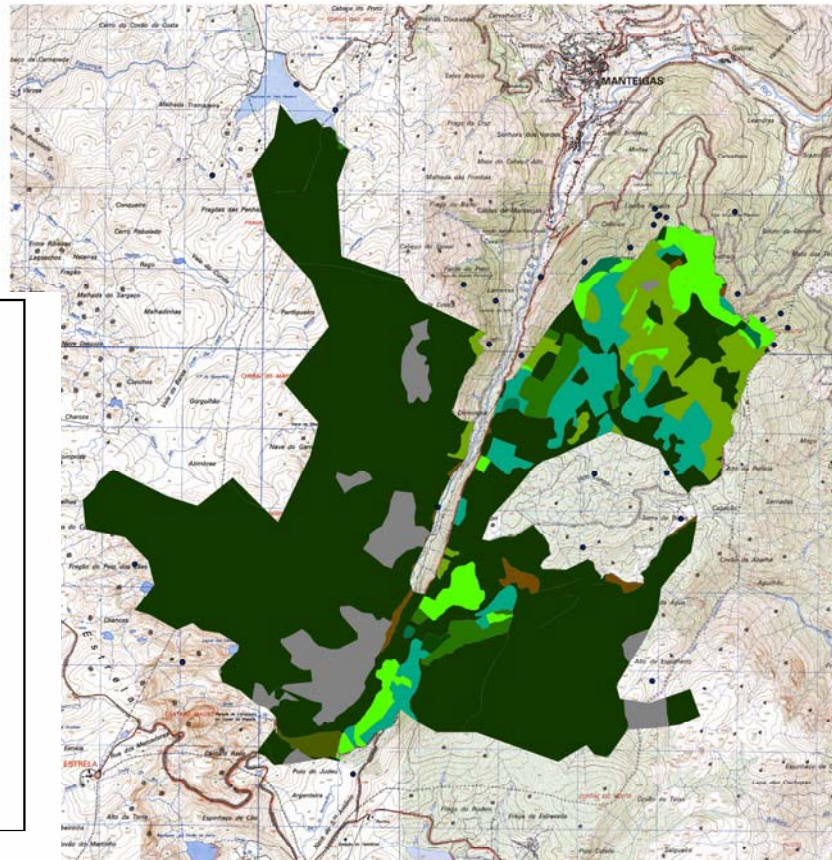
Avaliação do Impacte dos Fogos Florestais nos Recursos Hídricos Subterrâneos



ÁREAS EM ESTUDO

2ª Fase

Vale do Zêzere - Ocupação do Solo -



Projeção - Transverse-mercator
Elipsoide Lisboa Hayford
Coordenadas - Lisboa Hayford Gauss lgeodE

Avaliação do Impacte dos
Fogos Florestais nos Recursos
Hídricos Subterrâneos

