



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

Nuno Pedro¹, Cristina Alegria¹, Paulo Fernandez¹ José Massano¹
Filipe Afonso¹, Isabel Castanheira¹

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária,
Castelo Branco, Portugal npedro@ipcb.pt



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

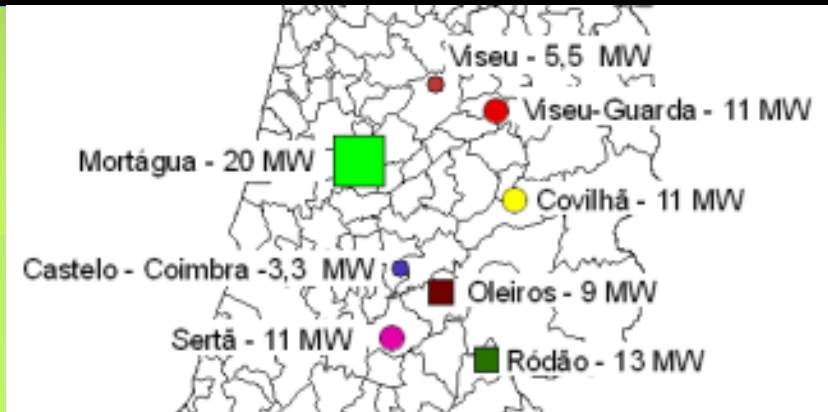
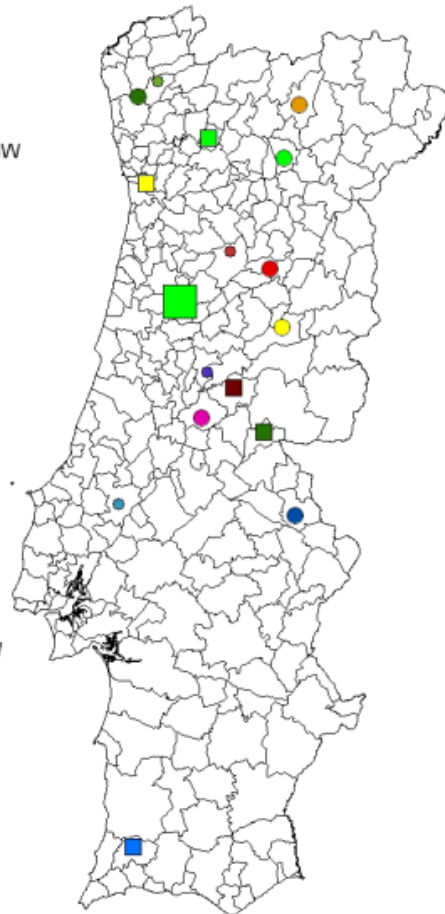
Legenda

Nome

- Mortágua - 20 MW
- Cabeceiras de Basto - 12 MW
- Gondomar - 13 MW
- Monchique - 14,6 MW
- Oleiros - 9 MW
- Ródão - 13 MW

- Alijó - 12 MW
- Covilhã - 11 MW
- Portalegre - 11 MW
- Sertã - 11 MW
- Válcavos - 12 MW
- Viana-Braga - 11 MW
- Viseu-Guarda - 11 MW

- Castelo - Coimbra - 3,3 MW
- Santarém - 6,6 MW
- Viana-Braga - 5,5 MW
- Viseu - 5,5 MW



1MW – 12 000 toneladas

Zona centro (83,8MW)

1 005 600 toneladas

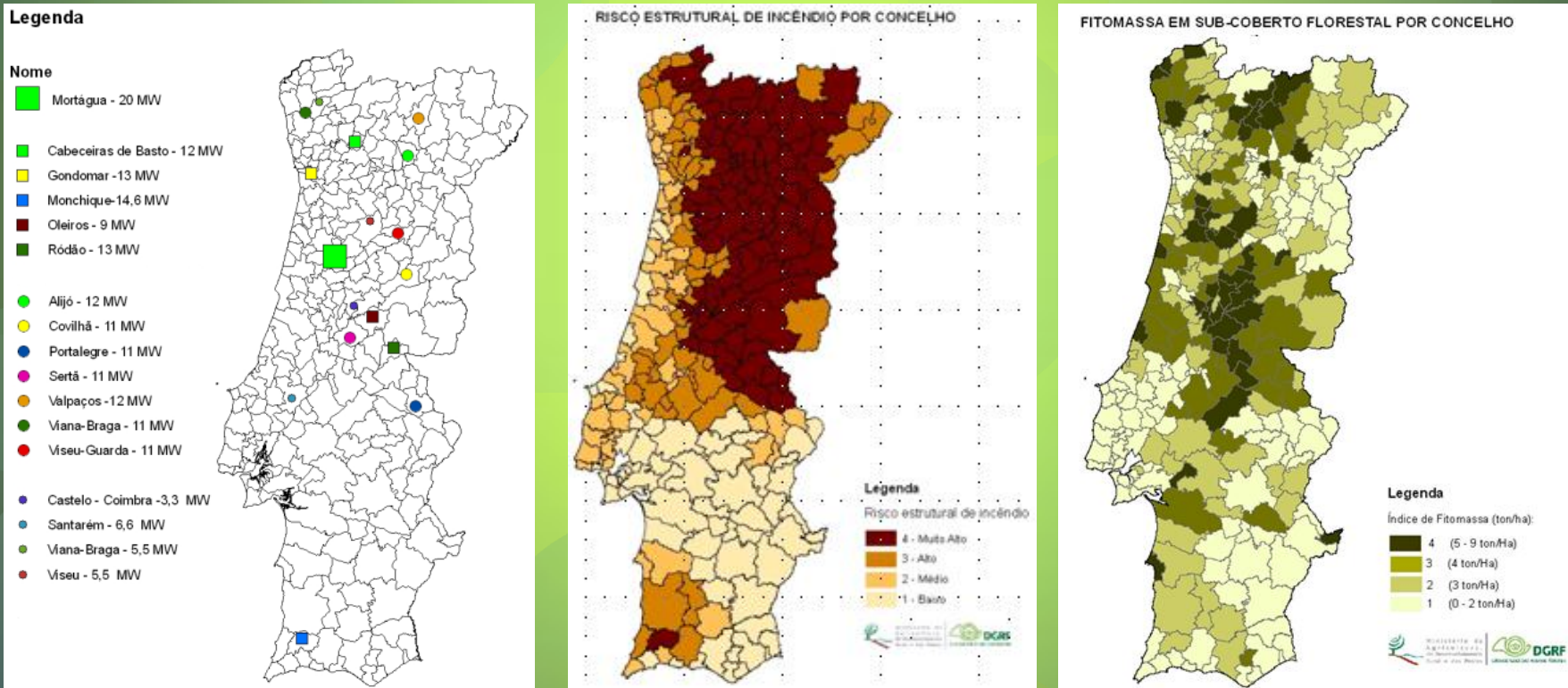
País (181,5MW)

2 178 000 toneladas



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

Critérios de localização das centrais de biomassa

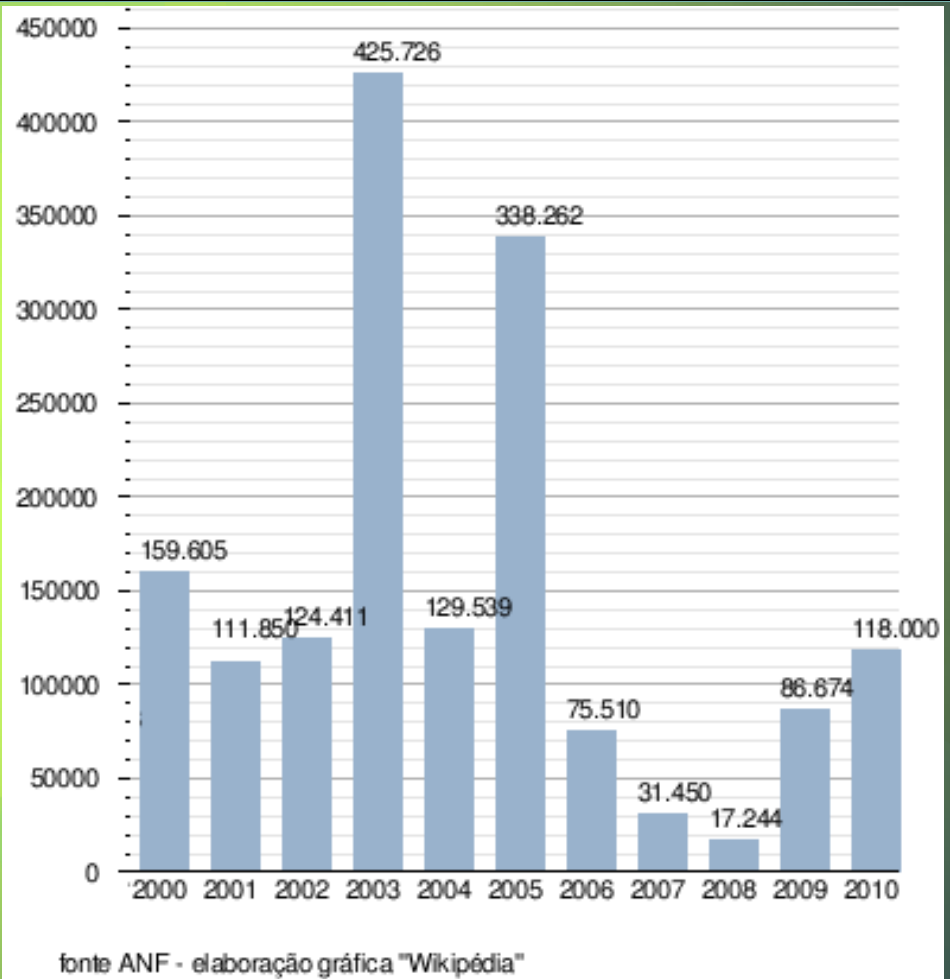




Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

**1º Objectivo – Redução da área
ardida**

**Área ardida em Portugal
2000-2010**





Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

2º Objectivo – Redução das Importações de Combustíveis Fósseis

resíduos lenhosos	2,2 milhões ton	Fonte AFN
energia	6,6 milhões MWh	PCI médio biomassa: 3 kWh/kg
toneladas equivalentes de petróleo (tep)	569 mil tep	PCI médio petróleo: 11,6 kWh/kg
barris de petróleo equivalente	4,4 milhões barris	densidade média petróleo: 0,81; 1 barril=159 litros
custo de aquisição petróleo equivalente	374 milhões €	1 barril petróleo: 85€
redução de emissões de CO2	1,93 milhões de ton CO2	0,292kg CO2/kWh (média) produtos petrolíferos
custo evitado emissões CO2	48,3 milhões euros	1 ton CO2 emitida: 25 €
Total	422,3 milhões euros	

II Encontro de Sistemas de Informação Geográfica - Aplicações SIG em Recursos Agro-Florestais e Ambientais – 19 e 20 de Maio de 2011



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

PROJECTO: Estudo da Explorabilidade do Recurso Florestal para produção de electricidade em central de biomassa

A - Caracterização da área em estudo

B - Estimar as quantidades de resíduos disponíveis anualmente

C - Caracterização do mercado de resíduos florestais

D - Planeamento e gestão florestal

E - Implicações sociais e ambientais da central de biomassa

F - Análise de Resultados

II Encontro de Sistemas de Informação Geográfica - Aplicações SIG em Recursos Agro-Florestais e Ambientais – 19 e 20 de Maio de 2011



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B - resíduos disponíveis anualmente – Origem florestal

Pontas e ramos de povoamentos adultos (desbaste e corte final)

Casca de povoamentos adultos (desbaste e corte final)

Extracção de árvores no controlo da densidade da regeneração

Extracção de Varas em povoamentos de Eucalipto em talhadia

Matos em sub-coberto



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B - resíduos disponíveis anualmente – Etapas

B1 - Requisição de informação/material/colaboradores

B2 - Inventário florestal e C2 - inquéritos às ITM

B3 - Tratamento dos dados

B4 - Estimativa e previsão da produção de resíduos

B5 - Construção de mapas de disponibilidade (Kriging)

B6 - Construção de mapas de explorabilidade



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

METODOLOGIA:

B1 e B2 - Dados de campo - Inventário

B3 - Tratamento dados

B4 - Estimativa e Previsão de Resíduos

SIG

B5 - Mapas de distribuição de resíduos

B6 - Condições de exploração

Gestão de resíduos

B1 - Rede viária

B1 - Altimetria

B1 - Ocupação do solo

Caracterização
Edafo-climática
Topografia
Acessibilidade



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B1 - Requisição de informação/material/colaboradores

Informação Geográfica	Entidade Produtora	Ano	Escala	Sistema Referência	Formato
Carta Administrativa Oficial	IGP	2005	1 / 25 000	HGM	SHP
Altimetria (3D)	IGeoE	1993 e 2004	1 / 25 000	HGM	SHP
Rede Viária	IGeoE	1993 e 2004	1 / 25 000	HGM	SHP
Caminhos	IGeoE	1993 e 2004	1 / 25 000	HGM	SHP
CORINE Land Cover 2000	IA	2000	1/ 100 000	HGM	SHP
Toponímia	IA	1998	1/ 1 000 000	HGM	SHP

II Encontro de Sistemas de Informação Geográfica - Aplicações SIG em Recursos Agro-Florestais e Ambientais – 19 e 20 de Maio de 2011

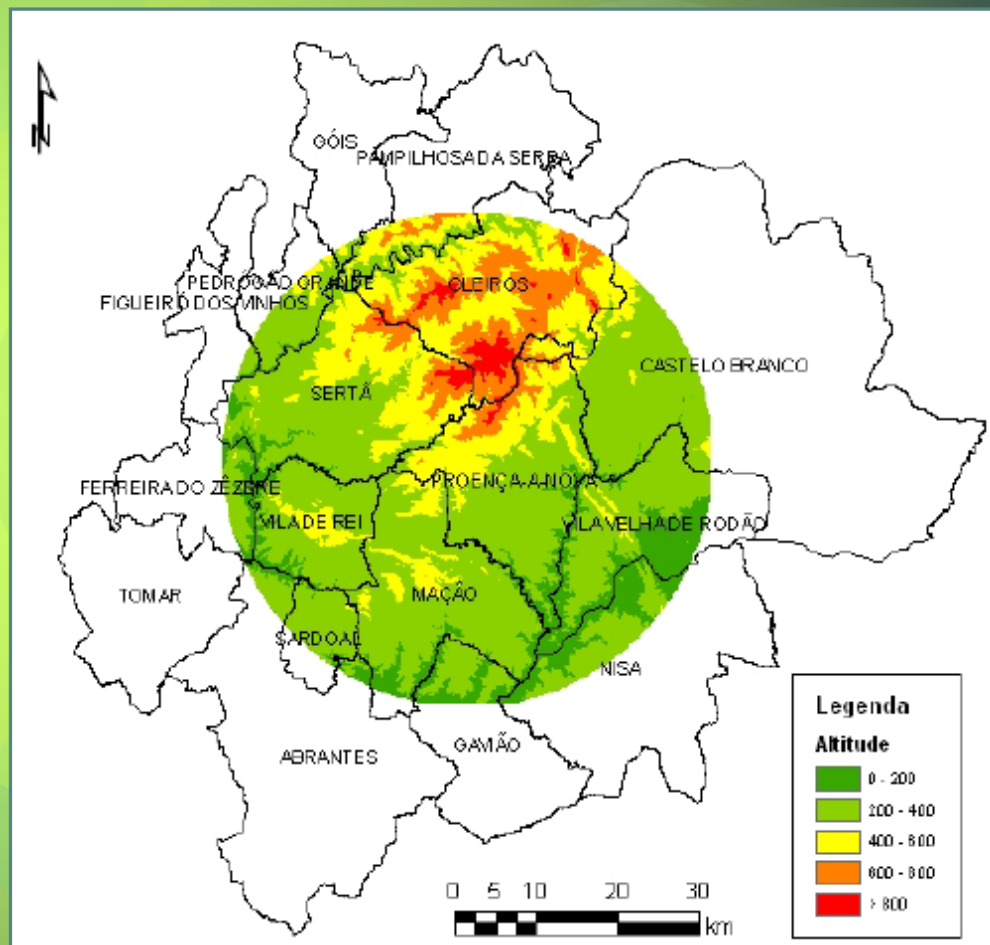


Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B2 – Inventário florestal

Natureza da ocupação do solo	Área de ocupação (ha)
Agrícola	52060
Floresta	216615
Água	4101
Formações arbustivas espontâneas	3985
Social	819
Outros	5164
Total	282744

Fonte: Corine Land Cover 2000



II Encontro de Sistemas de Informação Geográfica - Aplicações SIG em Recursos Agro-Florestais e Ambientais – 19 e 20 de Maio de 2011

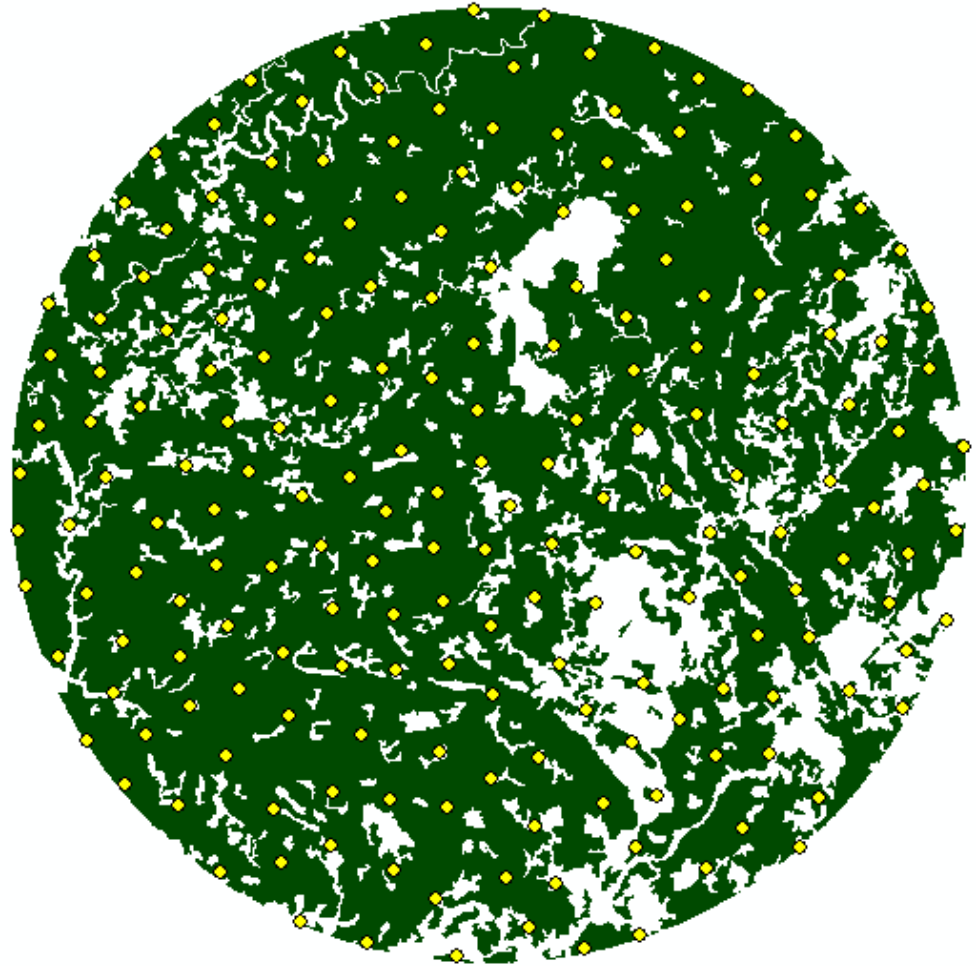


Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B2 - Inventário florestal

Instalação de
200 parcelas de
amostragem
em quadrícula

Densidade
216 615 / 200
1 parcela por 1083ha





Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

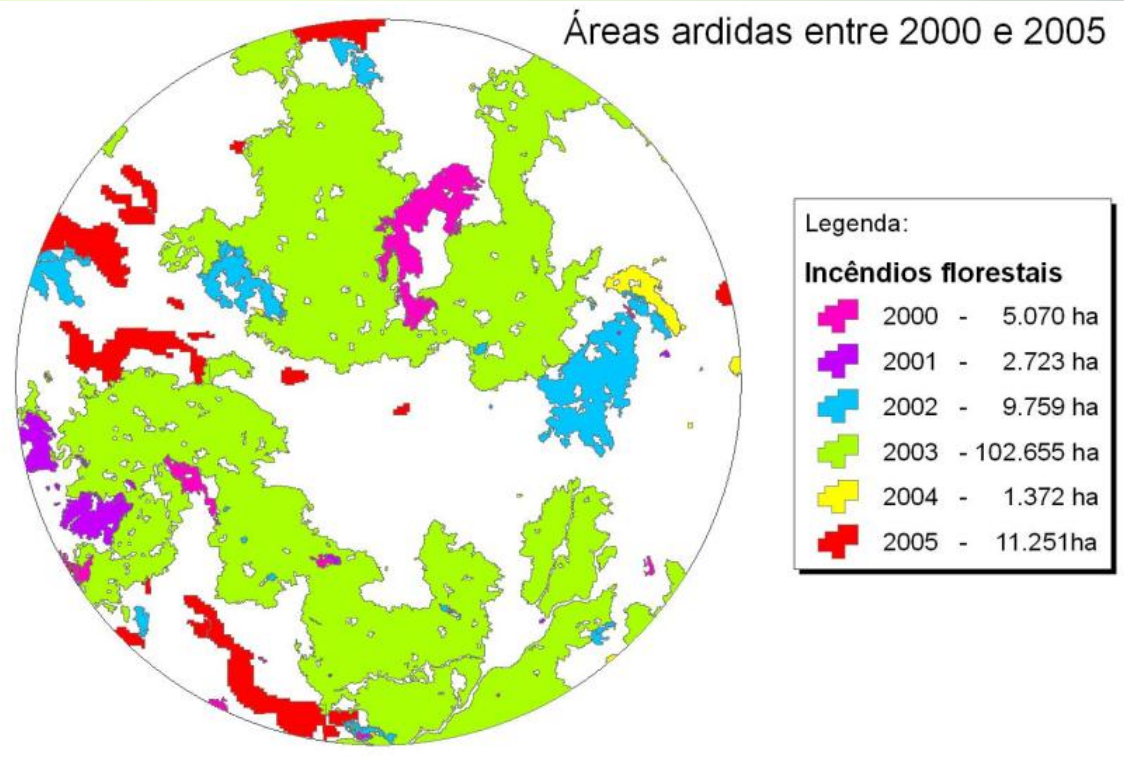
B2 - Inventário florestal

Área total = 282 744ha,

Área florestal = 216 615ha,

Área ardida = 132 830ha

61,3%





Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B2 – Inventário florestal Composição

Composição	PbPb	EcEc	Pov. Jovens Pb e Ec	Pov. jovens Pb	Pov. jovens Ec	Matos
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	
PbPb	66180		6618	54047		55150
EcEc		12133	1103		11030	8824
PbEc	11030		8824	1103		7721
EcPb	11030		9927	1103		9927
Pov. jovens Pb e Ec			25369			23163
Pov. jovens Pb				46326		39708
Pov. jovens Ec					11030	9927
Apenas Matos						33090
Total	88240	34193	51841	102579	22060	187510
	100373		176480			



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B3 - Tratamento dos dados

CÓDIGO DA PARCELA		155-311			
COMPOSIÇÃO		EcEc FL			
Nº	DAP (cm)	Idade (anos)	Alt Total (m)	Alt. dom. (m)	Alt. copa.
1	12,3		17		11,4
2	12,1				
3	16		18,8		12,3
4	16,6				
5	15,6				
6	18,7		20,6		13,7
7	15,6				
8	13,1				
9	8,6				
10	9,9				
11	20		19	19	15
12	16		20,3		13,8
13	11,9				
14	19,3				
15	21,9	9	21,9	21,9	15,8

Regeneração Natural	
DAP < 7,5cm	
Ec	Pb
Dap médio (cm)	
6,5	3,0
Alt. média (m)	
16,0	2,5
Idade (anos)	
5	5
Nº arv.	
13	2

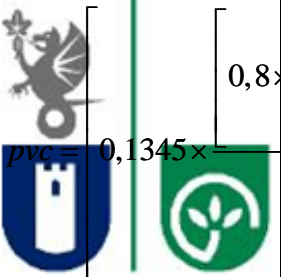
Povoamentos adultos de Eucalipto						
nº parcela	ocupação	N (ár. / ha)	t (anos)	dm (cm)	hm (m)	hdom (m)
155	EcEc	750,0	9	15,2	19,6	20,5

Povoamentos jovens de Eucalipto					
nº parcela	ocupação	N (ár. / ha)	t (anos)	dm (cm)	hm (m)
155	EcPb	650	5	6,5	16

Povoamentos jovens de Pinheiro bravo					
nº parcela	ocupação	N (ár. / ha)	t (anos)	dm (cm)	hm (m)
155	EcPb	100	5	3,0	2,5

Matos	
nº parcela	
155	

Organização e Verificação dos dados



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B5 - Estimativa da produção de resíduos

Resíduos de
Pinheiro bravo adulto
55 anos / FW = 0,2

B4 - Previsão de crescimento e condução cultural

PESO SECO (Casca)

$$0,1345 \cdot [0,8 \cdot [0,01259 \cdot [(dg^2 \cdot Hm \cdot 10)^{0,814}]]] \cdot N / 1000$$

[Ton/ha]

Autor: Páscoa

$$FW = 100 / (hdom \times \sqrt{N})$$

PESO SECO (Pontas + Ramos)

$$[(0,463 \cdot dg^{1,604}) / 2,357] \cdot (N / 1000)$$

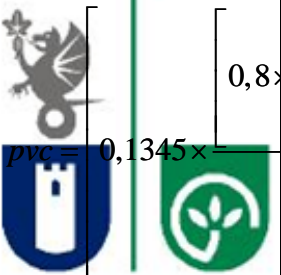
[Ton/ha]

Autor: Páscoa

$$dg_{(i+1)} = 6,041 + 1,024 \times hdom_{(i+1)} - 0,004 \times N_{(i+1)}$$

$$Hm_{(i+1)} = 1,446 + 0,65 \times hdom_{(i+1)} \times 0,048 \times dg_{(i+1)}$$

$$hdom_{(i+1)} = 19,62270345 \times (hdom_{(i)} / 19,62270345)^{(t_{(i+1)} / t_{(i)})^{(2,2416088)}}$$



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B5 - Estimativa da produção de resíduos

PESO SECO (Pontas e Ramos)
 $0,1785 \cdot (dg^{1,756}) \cdot N / 1000$ [Ton/ha]

PESO SECO (Casca)
 $[(0,01432 \cdot dg^{2,798}) / 3,11] \cdot (N / 1000)$
 [Ton/ha] Autor: Páscoa

Resíduos de Eucalipto adulto
 12 anos / 3 anos

B4 - Previsão de crescimento e condução cultural

$$G_{(i+1)} = 53,48 \times (G_{(i)} / 53,48)^{(t_{(i+1)} / t_{(i)})^{0,5607}}$$

$$dg_{(i+1)} = \text{Raíz} (40\,000 \times G_{(i+1)} / \pi \times N)$$

Procedimento idêntico para os restantes estratos

Regeneração natural Eucalipto	Regeneração natural Pinheiro bravo	Varas	Matos
-------------------------------	------------------------------------	-------	-------



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B4 - Previsão de crescimento e condução cultural

Calendarização Operacional

nº	Pb adulto	Ec adulto	Reg Pb	Reg Ec	Varas	Cepos	Matos
14	2014	2014	2014	2014	2017		
155			2011	2011			2011
174			2013	2013	2016	2013	
175	2011		2011				2011
176			2014	2014			
177		2009		2009	2012		
178		2013	2013	2013	2016		
179				2015		2015	

estrato que decide intervenção

aproveitamento de corte

corte espécie dominada

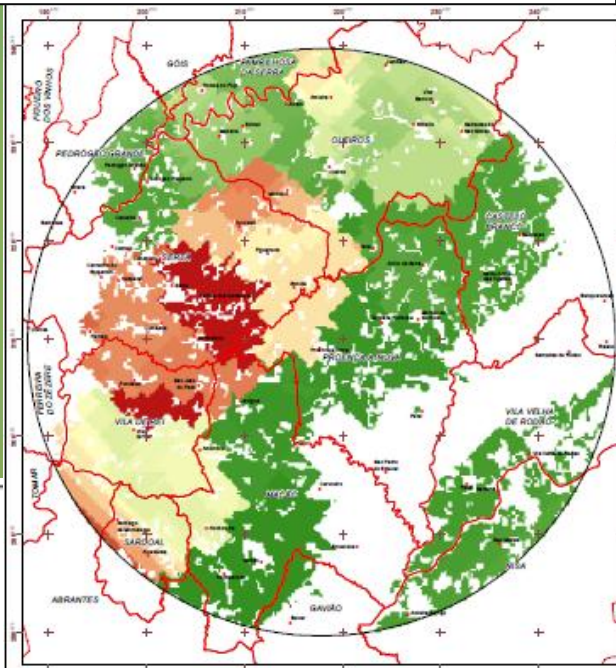
desbaste de varas



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B5 - Construção de mapas de disponibilidade (Kriging)

Quantidade de biomassa disponível, em peso seco, resultante das operações silvícolas em povoamentos de Pinheiro Bravo em 2012



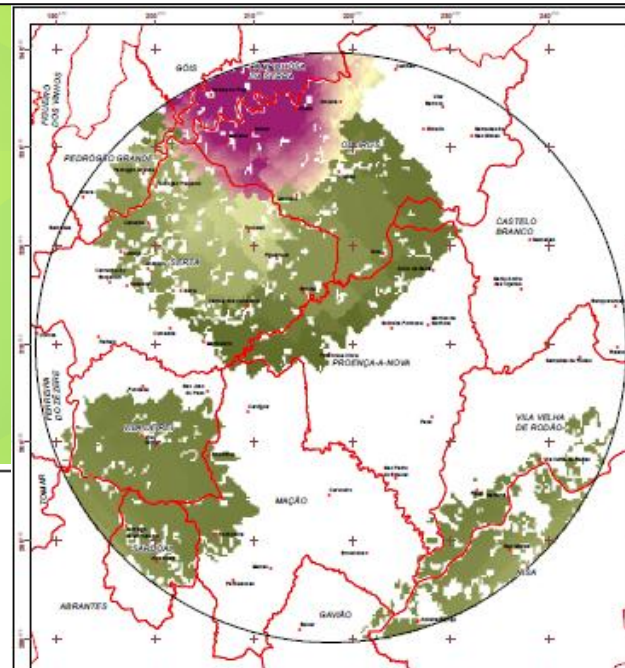
Legenda:

ton/ha



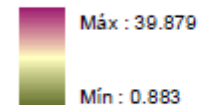
Limites Administrativos (Concelhos)
• Toponímia de Freguesia

Quantidade de biomassa disponível, em peso seco, resultante das operações silvícolas em povoamentos de Eucalipto, em 2012



Legenda:

ton/ha

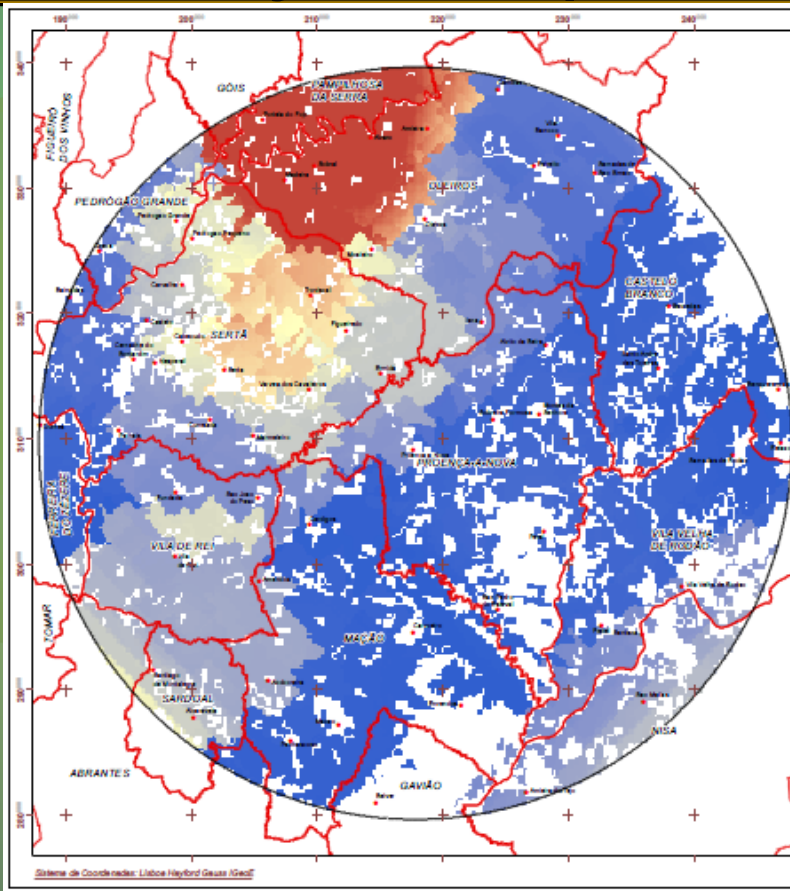


Limites Administrativos (Concelhos)
• Toponímia de Freguesia



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B5 - Construção de mapas de disponibilidade (Kriging)



Quantidade de biomassa disponível, em peso seco, em 2012



Estudo da Explorabilidade do Recurso Florestal para Produção de Energia Eléctrica em Central Termoelectrica a Biomassa Florestal no Distrito de Castelo Branco - Concelho da Sertã

Quantidade de biomassa disponível, em peso seco, em 2012





Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B6 - Construção de mapas de explorabilidade

Peso dos factores condicionantes da explorabilidade de resíduos

Distância a estradas (metros)	Limitação	Ponderação	Declive (%)	Limitação	Ponderação
0 - 50	sem	1	< 15	sem	1
50 - 100	moderada	2	15 - 30	moderada	2
100 - 500	severa	3	> 30	severa	3
> 500	muito severa	4			

Classes de explorabilidade de resíduos

Explorabilidade de biomassa acessibilidade + declive	Somatório das ponderações
classe 1	< 3
classe 2	3 - 5
classe 3	> 5

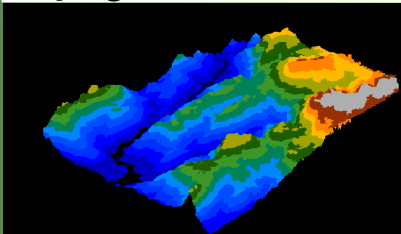


Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

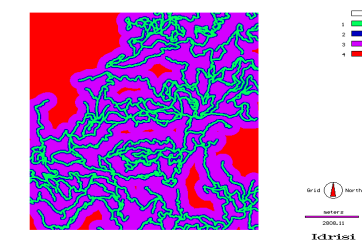
B6 - Construção de mapas de explorabilidade

Metodologia SIG:

Topografia - declives



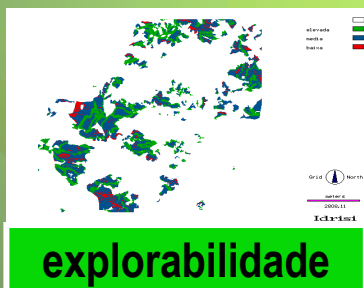
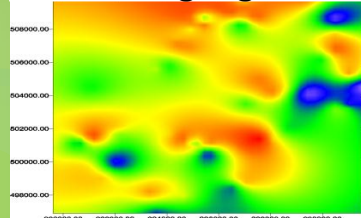
Distância estradas



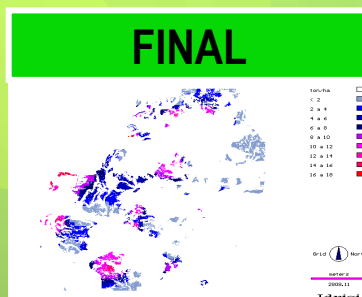
Ocupação



Kriging



explorabilidade



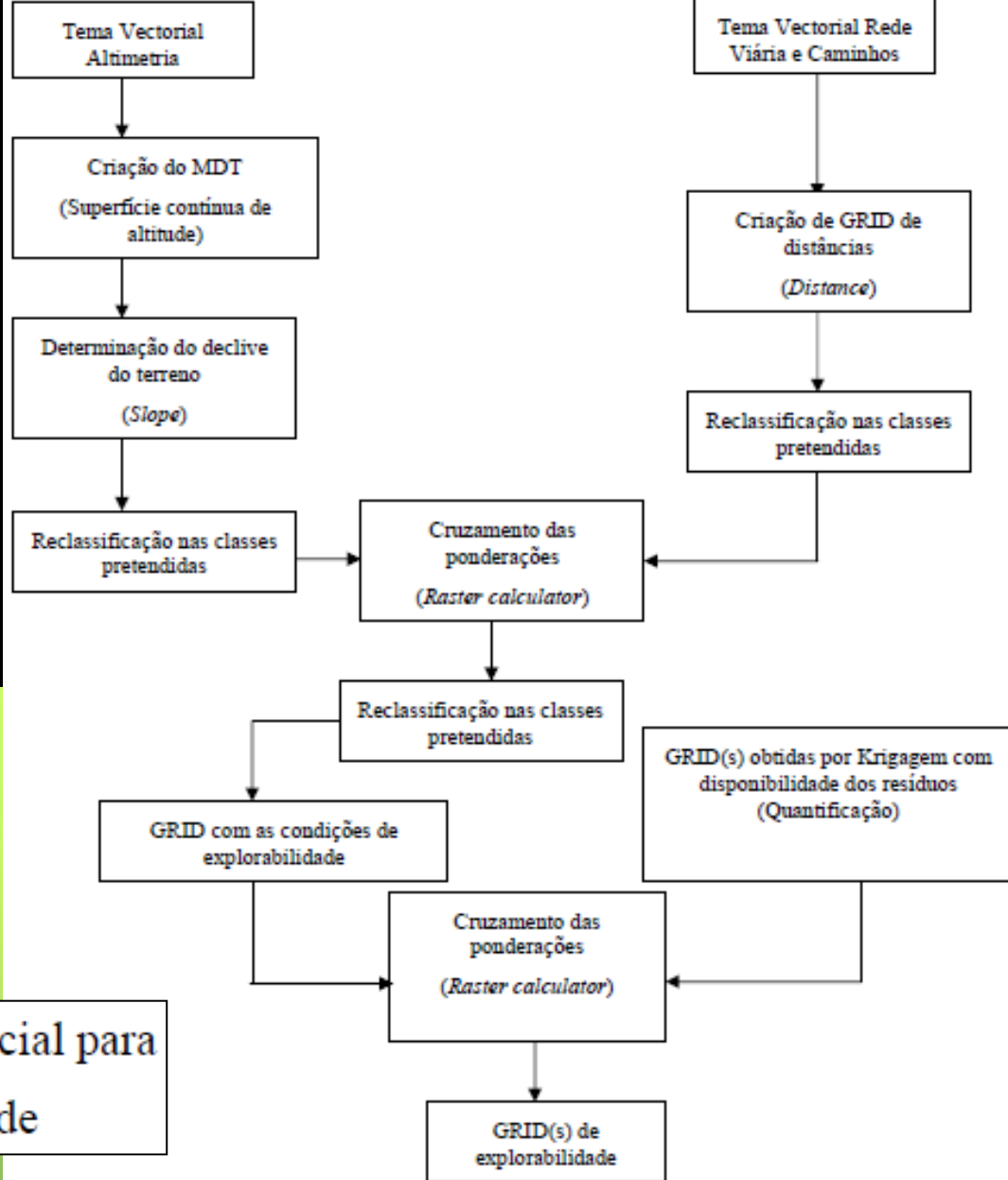
FINAL



Disponibilidade



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

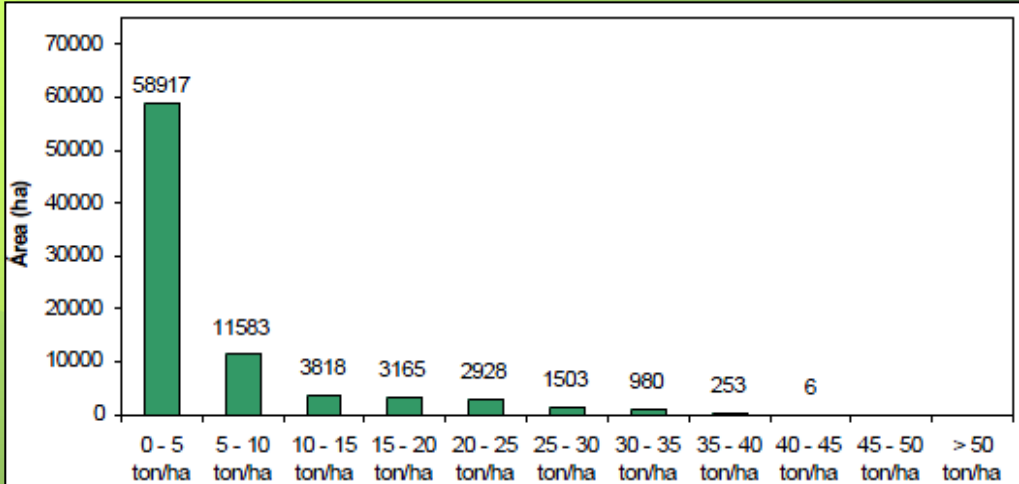
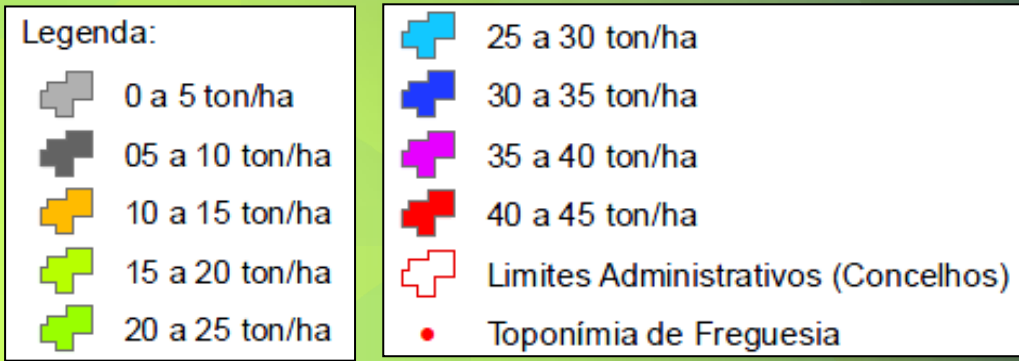
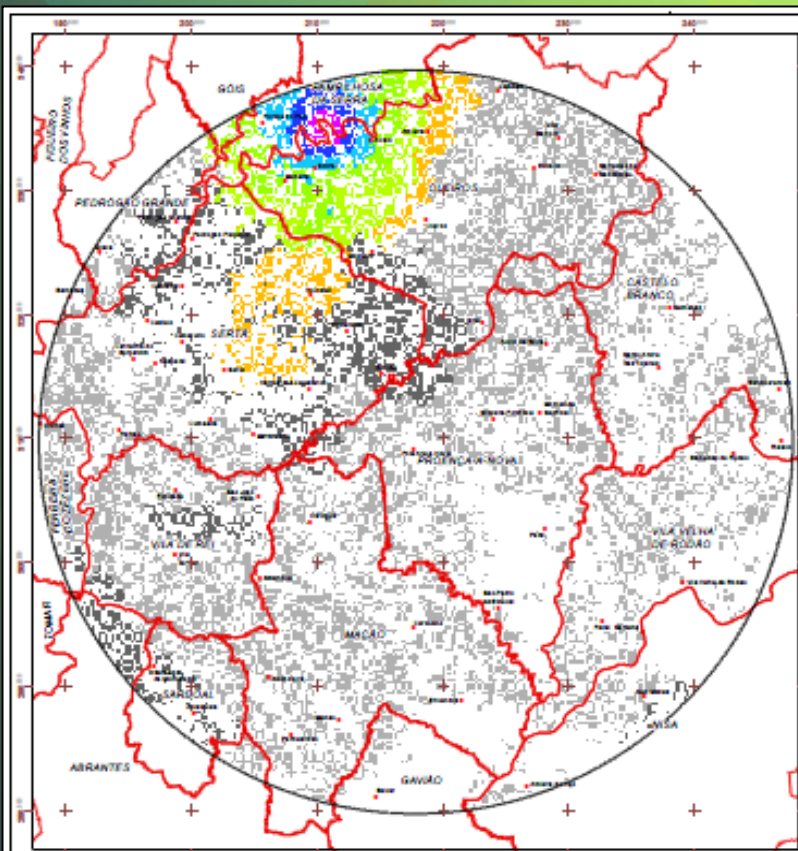


Organograma – Modelo de análise espacial para obtenção dos mapas de explorabilidade



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

Quantidade de biomassa em zonas de explorabilidade média, em 2012





Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

Obrigado

Nuno Rocha Pedro
npedro@ipcb.pt