



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

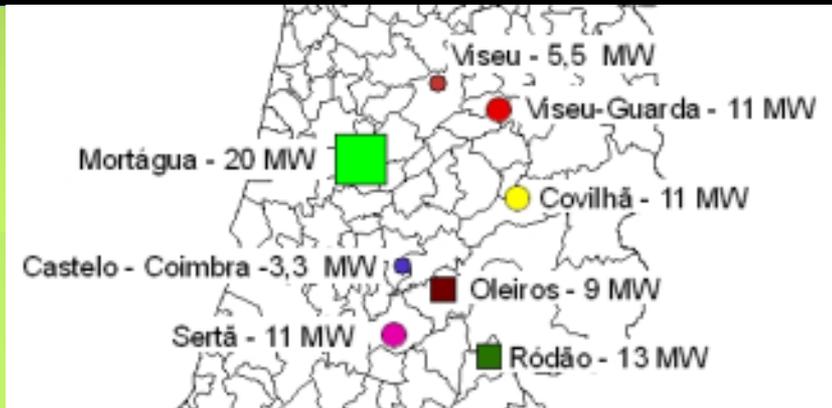
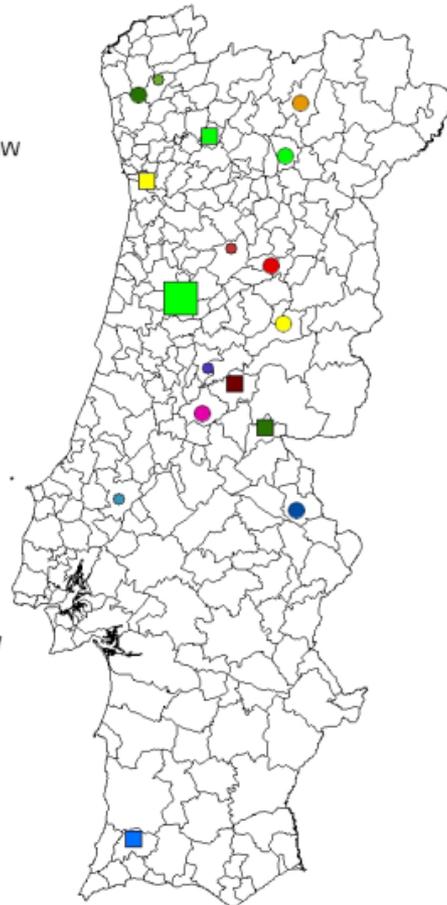
Legenda

Nome

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

- Aljô - 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

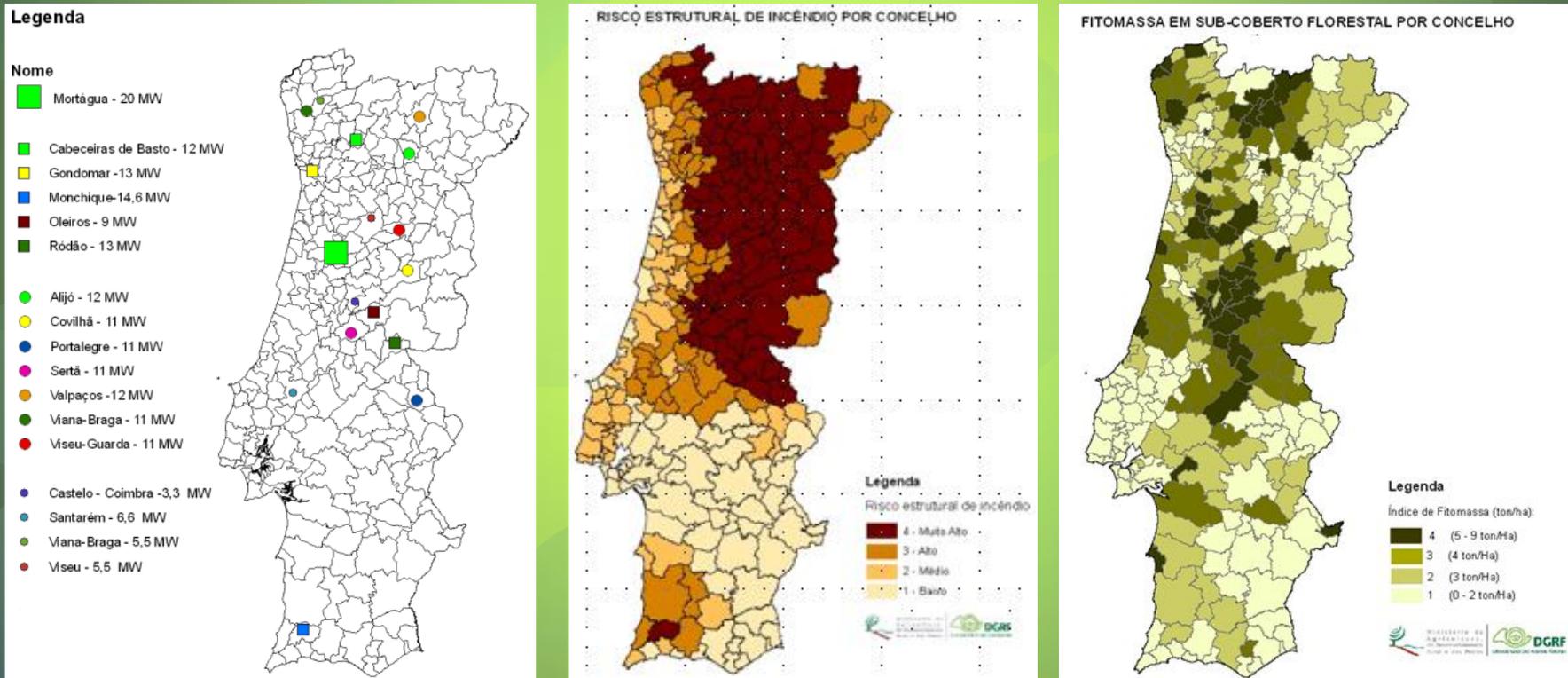
País (181,5MW)

2 178 000 toneladas



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

Critérios de localização das centrais de biomassa

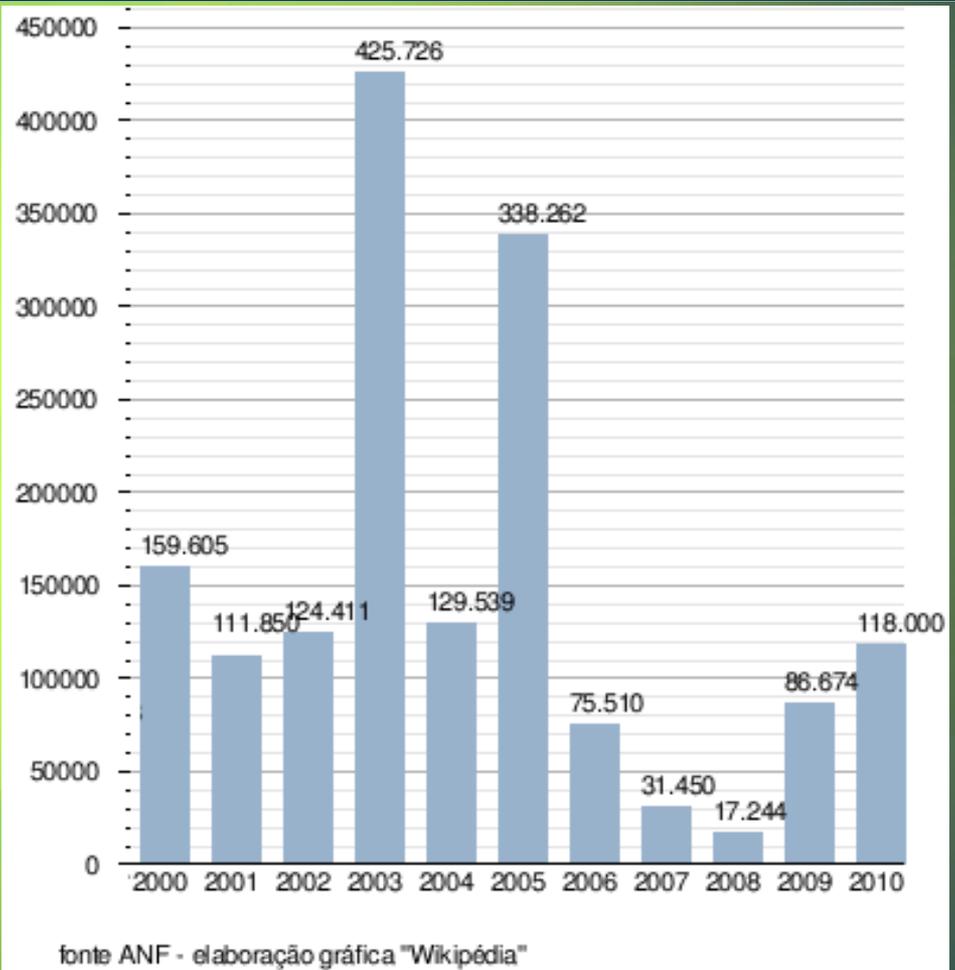




Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

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

**Área ardida em Portugal
2000-2010**



**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

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

B1 - Rede viária

B1 - Altimetria

B1 - Ocupação do solo

SIG

B5 - Mapas de distribuição de resíduos

B6 - Condições de exploração

Caracterização
Edafo-climática
Topografia
Acessibilidade

Gestão de resíduos



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

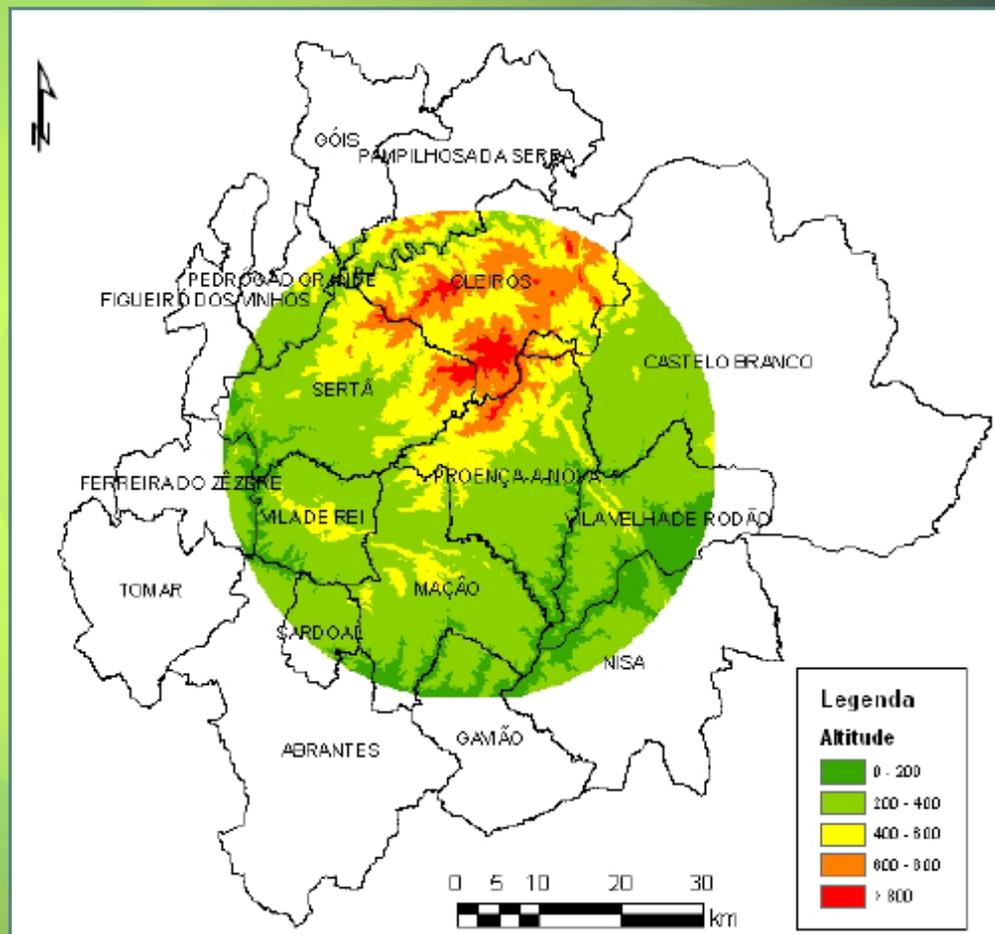


Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

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

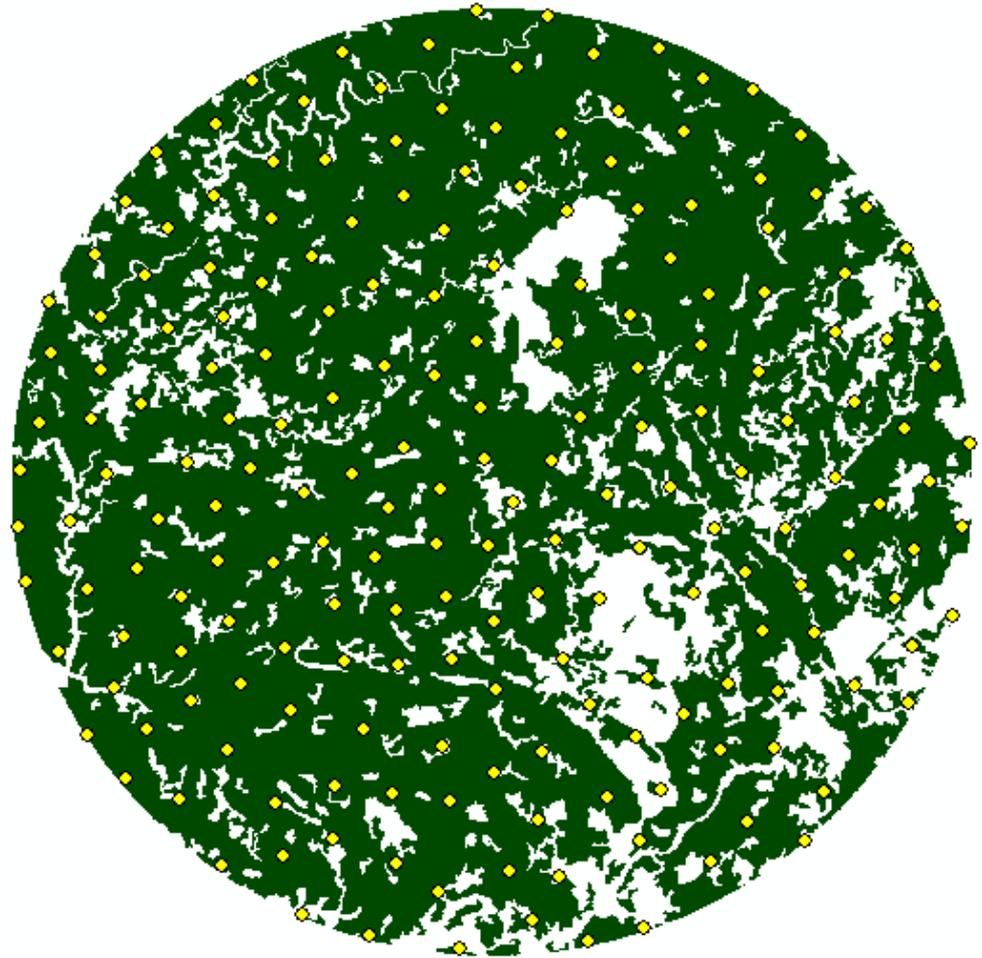


Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

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

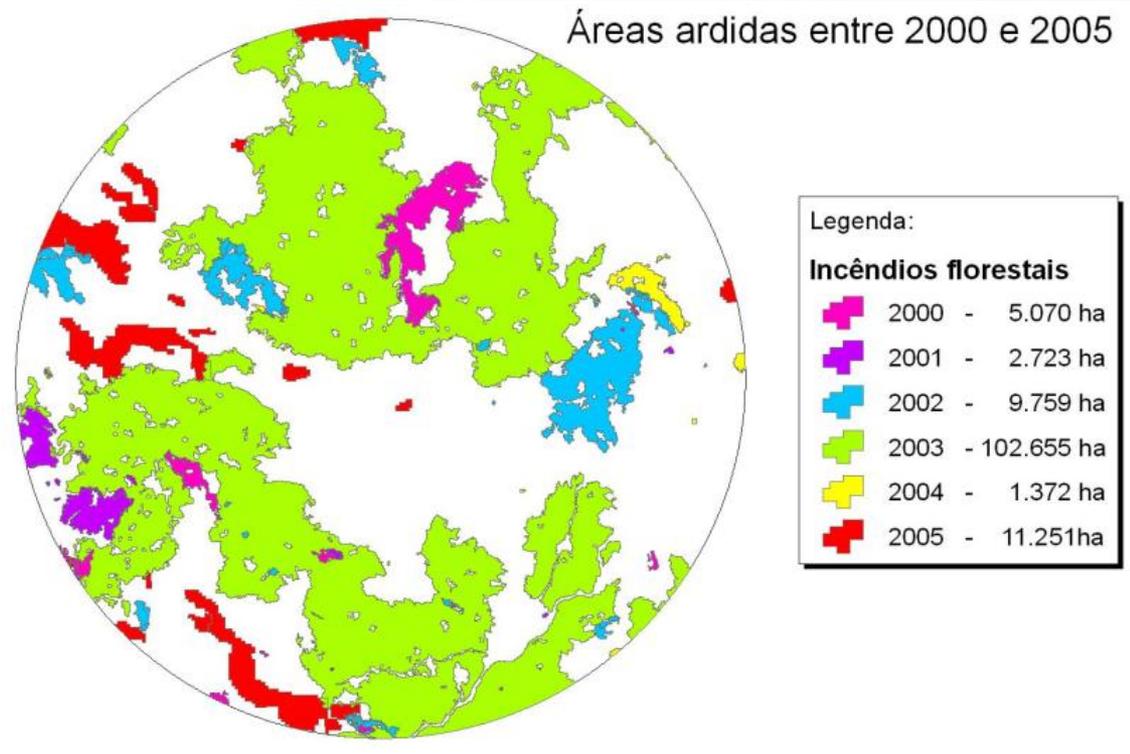
B2 - Inventário florestal

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 |

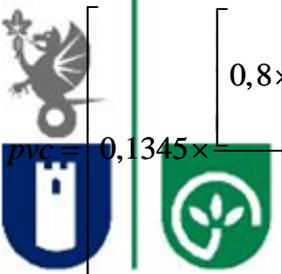
| Povoamentos adultos de Eucalipto | | | | | | |
|----------------------------------|----------|--------------|----------|---------|--------|----------|
| nº parcela | ocupação | N (ár. / ha) | t (anos) | dm (cm) | hm (m) | hdom (m) |
| 155 | EcEc | 750,0 | 9 | 15,2 | 19,6 | 20,5 |

| 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)

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

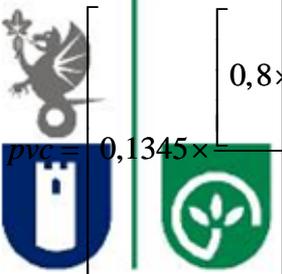
[Ton/ha]

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

Resíduos de Eucalipto adulto 12 anos / 3 anos

B4 - Previsão de crescimento e condução cultural

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

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

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

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

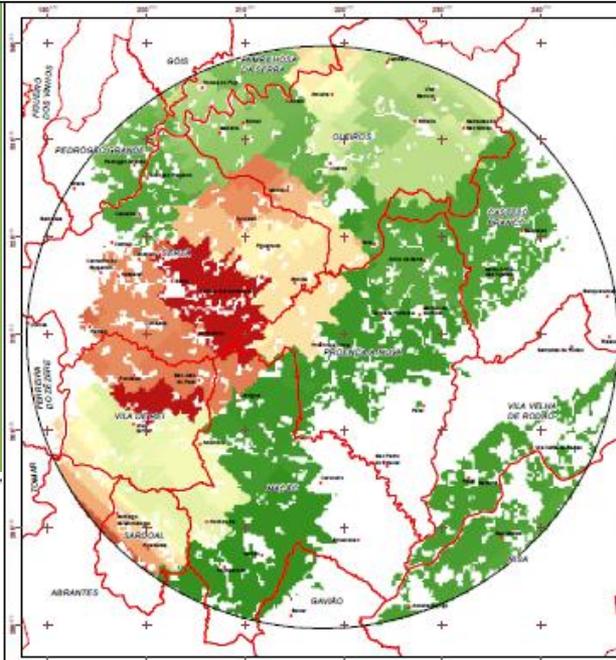
desbaste de varas



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

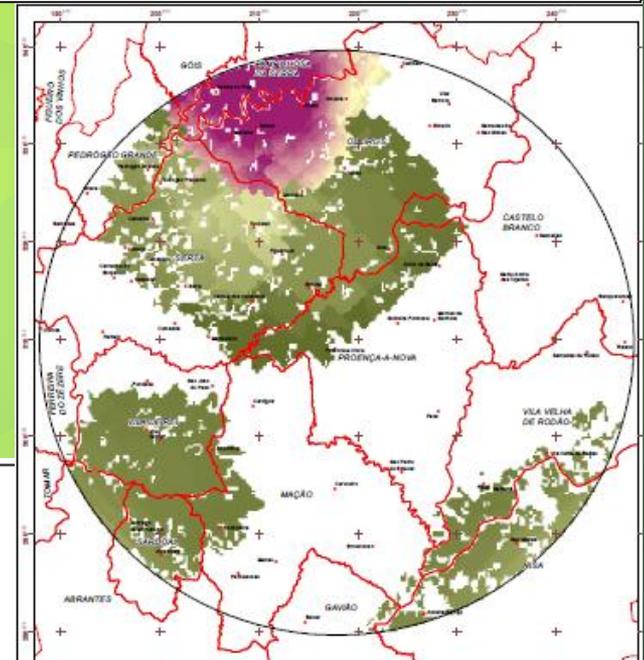
Máx : 5.163

Mín : 0.043

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

Máx : 39.879

Mín : 0.883

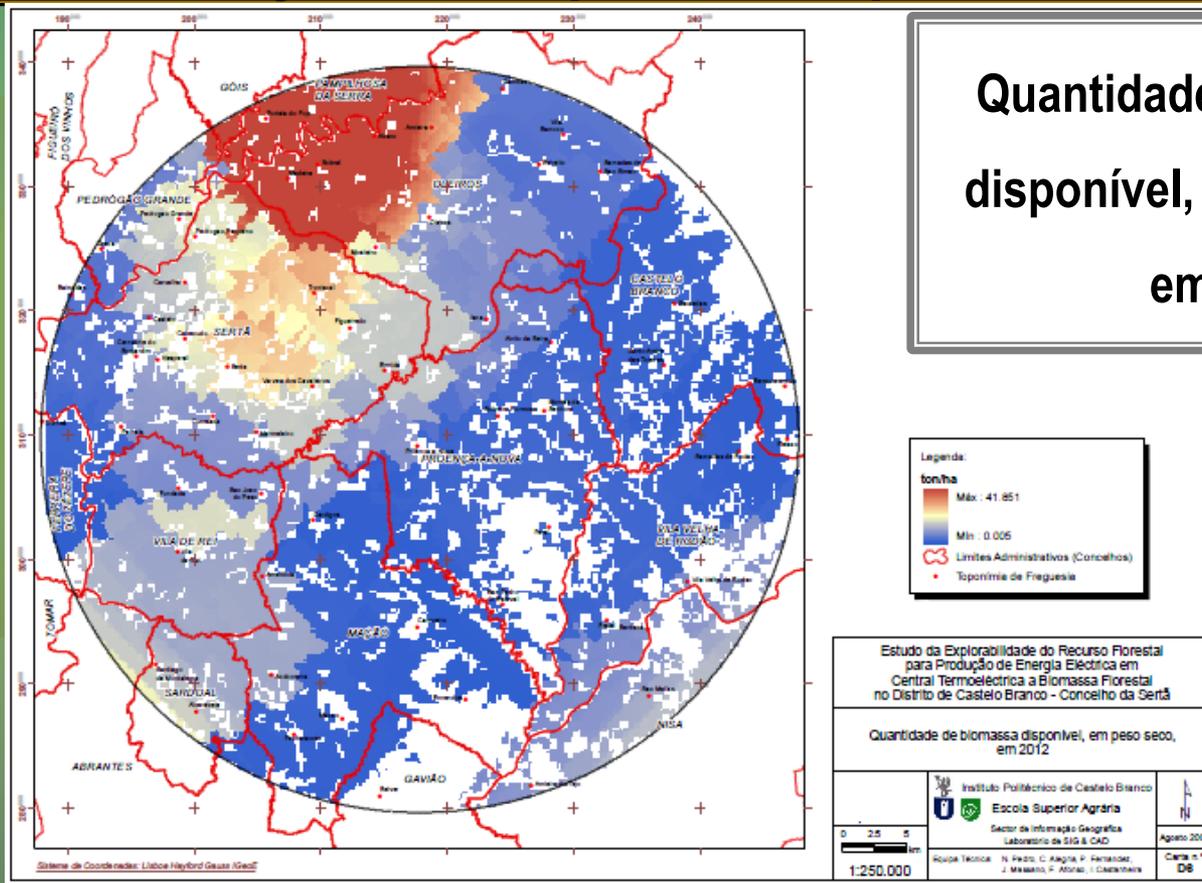
Limites Administrativos (Concelhos)

Toponímia de Freguesia



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

B5 - Construção de mapas de disponibilidade (Kriging)





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 |

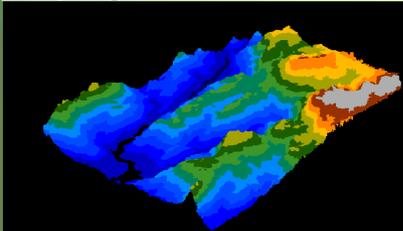


Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

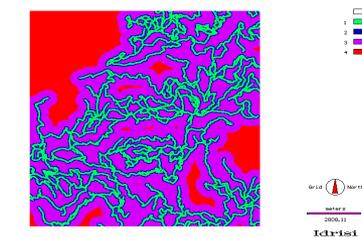
B6 - Construção de mapas de explorabilidade

Metodologia SIG:

Topografia - declives



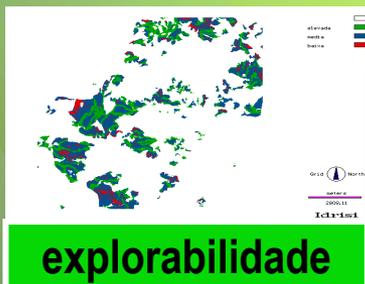
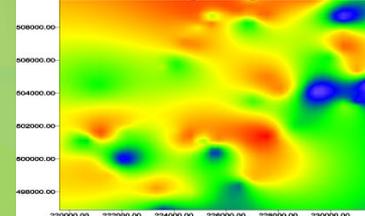
Distância estradas



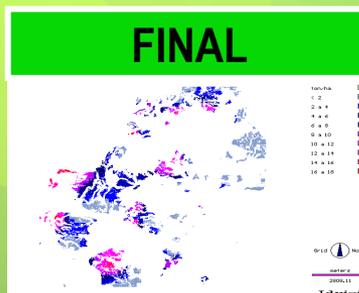
Ocupação



Kriging



explorabilidade



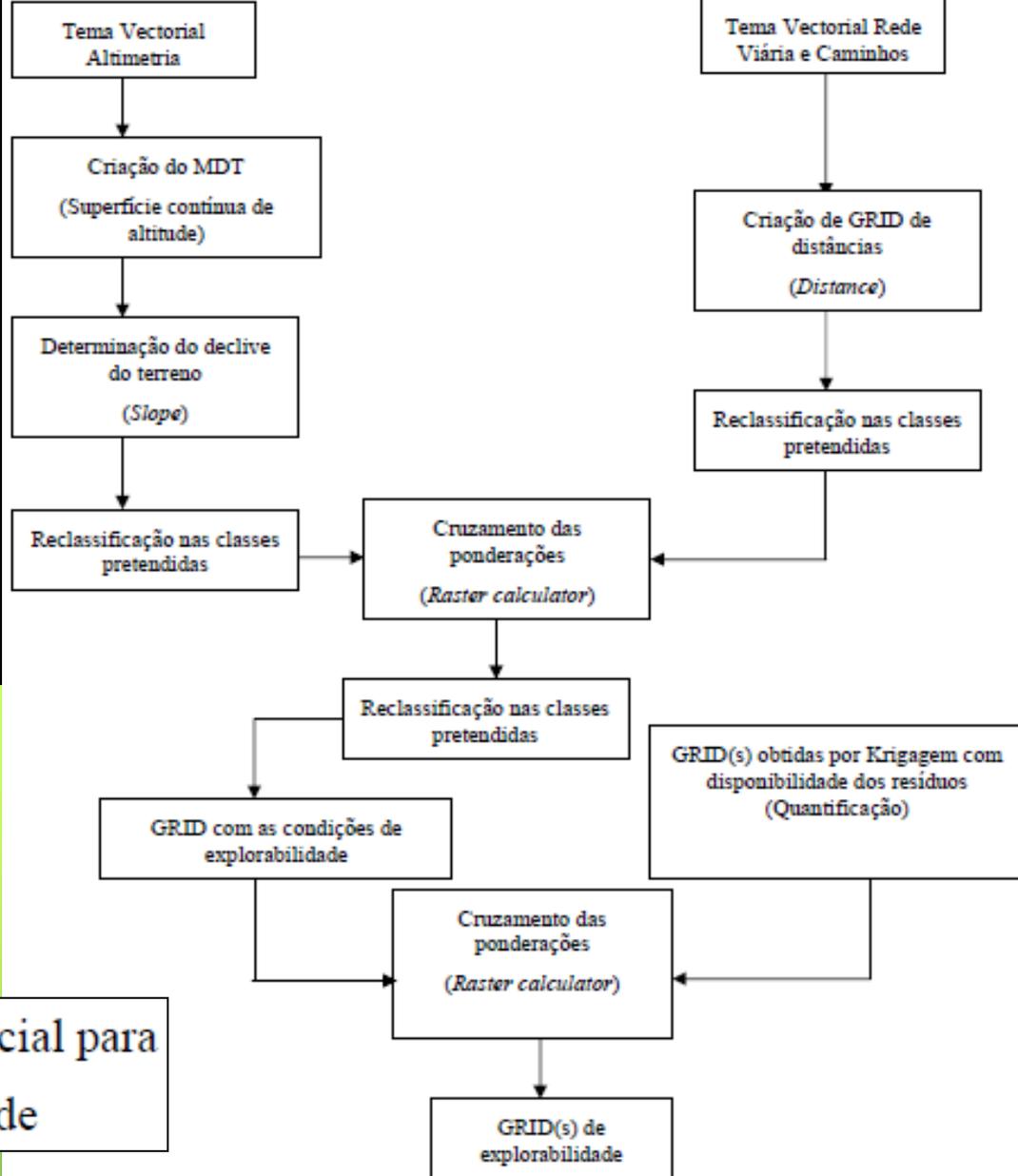
FINAL



Disponibilidade



Sistema de Informação Geográfica para gestão de resíduos florestais

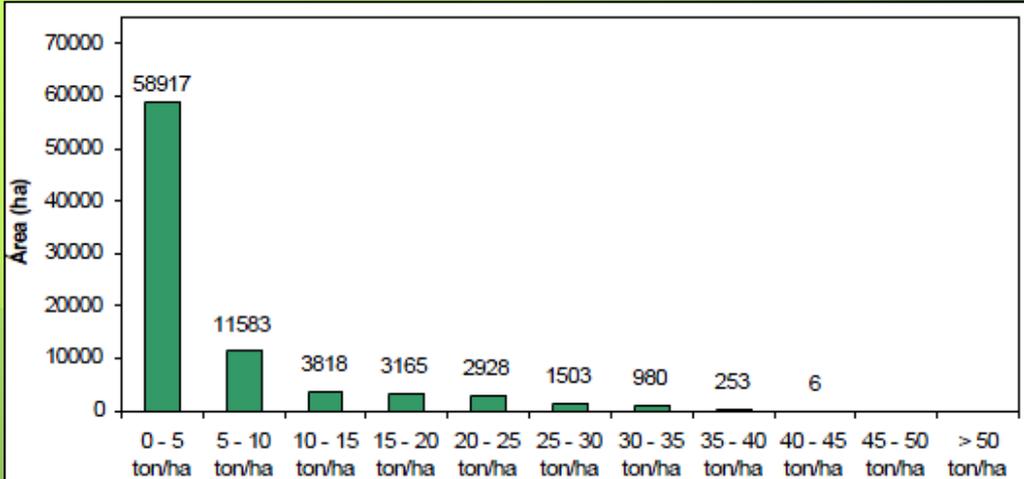
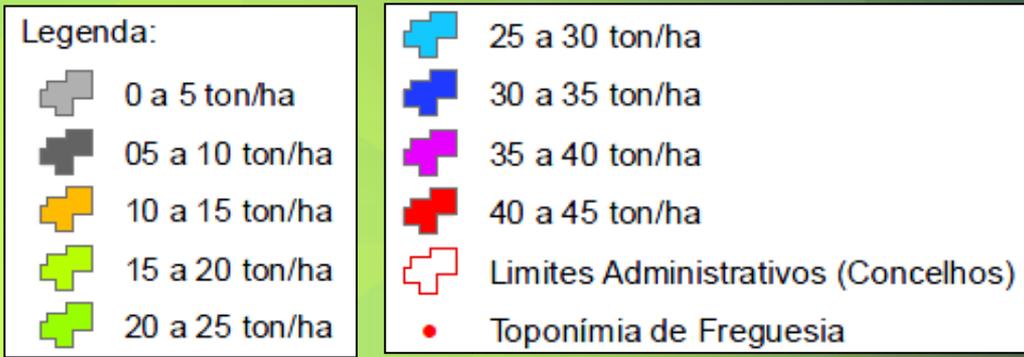
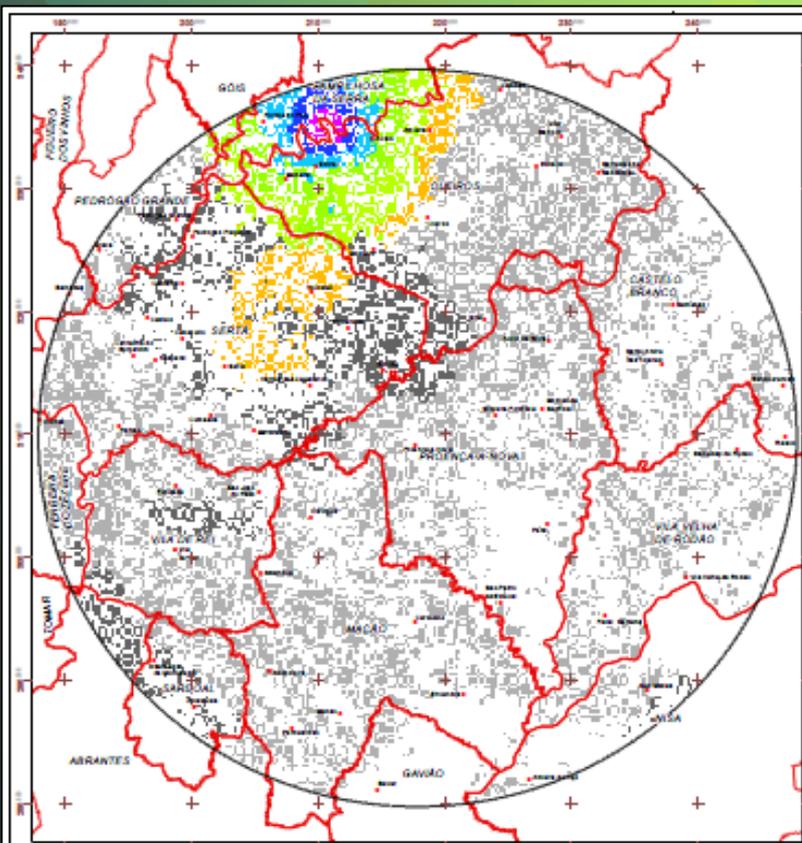


Organograma – Modelo de análise espacial para obtenção dos mapas de explorabilidade



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