

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE BIOMASSA DA REGIÃO DO ALGARVE

PROJECTO ENERSUR

Biomassa - Estudo 10

Novembro 2003 a Maio 2005

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE BIOMASSA DA REGIÃO DO ALGARVE

RELATÓRIO FINAL

Promotor:

AREAL - Agência Regional da Energia e Ambiente da Região do Algarve

Elaboração:

INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P.
Departamento de Energias Renováveis
Departamento de Engenharia Energética e Controlo Ambiental

Equipa de Trabalho:

Ana Vieira,
Carlos Franco,
Fernando Marques,
Fernanda Rosa,
Miguel Monsanto

Maio 2006

ÍNDICE

| | Pag. |
|--|------|
| Índice de Quadros | 3 |
| Índice de Figuras | 5 |
| Índice de Mapas | 6 |
| Sumário Executivo | 7 |
| 1. Objectivo | 17 |
| 2. Introdução Geral | 18 |
| 3. Caracterização da Região do Algarve | 20 |
| 4. Resultado do levantamento de dados | 28 |
| 4.1 Biomassa florestal e agrícola - 1ª Abordagem..... | 28 |
| 4.1.1 Biomassa proveniente da actividade florestal..... | 28 |
| 4.1.2 Biomassa proveniente da actividade agrícola..... | 36 |
| 4.2 Biomassa florestal e agrícola - 2ª Abordagem..... | 41 |
| 4.3 Resíduos sólidos urbanos | 45 |
| 4.3.1 Caracterização dos resíduos sólidos urbanos | 50 |
| 4.3.1.1 Aterro do subsistema do Sotavento Algarvio | 50 |
| 4.3.1.2 Aterro do subsistema do Barlavento Algarvio | 53 |
| 4.3.2 Estimativa do potencial energético em biogás dos RSU's depositados nos aterros | 55 |
| 4.3.2.1. Digestão anaeróbia em aterro | 55 |
| 4.3.2.2. Potencial energético do Aterro do Sotavento Argarvio | 60 |
| 4.3.2.3. Potencial energético do Aterro do Barlavento Algarvio..... | 61 |
| 4.3.3 Queima directa das fracções combustíveis dos RSU's | 62 |
| 4.3.3.1. Potencial energético relativo aos resíduos do Aterro do Sotavento Algarvio | 62 |
| 4.3.3.2. Potencial energético relativo aos resíduos do Aterro do Barlavento Algarvio | 63 |
| 4.3.4.Potencial energético futuro | 64 |
| 4.4 Águas residuais domésticas | 64 |
| 4.4.1. Estações de Tratamento de Águas Residuais Domésticas | 65 |
| 4.4.2. Situação actual dos sistemas | 69 |
| 4.4.3. Potencial energético total dos sistemas de ETAR's do Algarve | 72 |
| 4.4.4. Considerações sobre as lamas tratadas e o efluente das ETAR's | 72 |
| 4.5 Potencial energético da biomassa animal proveniente da actividade pecuária.. | 74 |

| | |
|---|-----|
| 4.5.1 Introdução | 74 |
| 4.5.2 Avaliação do potencial energético expresso em biogás | 75 |
| 4.5.2.1. Suiniculturas | 75 |
| 4.5.2.2. Boviniculturas..... | 82 |
| 4.5.2.3. Aviculturas..... | 83 |
| 4.5.3 Efluentes da actividade agro-industrial | 85 |
| 4.5.4. Resíduos da indústria agro-alimentar | 87 |
| 4.5.5. Resíduos da indústria transformadora da madeira | 89 |
| 4.5.5.1. Volume de vendas por região geográfica | 90 |
| 4.5.5.2. Quantidade de resíduos de madeira gerados na região do Algarve | 91 |
| 5. Potencial energético global da biomassa no Algarve..... | 97 |
| 6. Referências e documentação consultada | 110 |
| 7. Agradecimentos..... | 112 |

Índice de Quadros

| | Pag |
|---|-----|
| Quadro 1 - População residente no Algarve (1991-2003) | 22 |
| Quadro 2 - Distribuição da população, residente e em período de férias, por concelhos, na região do Algarve em 1991..... | 25 |
| Quadro 3 - Áreas de povoamentos no Algarve | 29 |
| Quadro 4 - Áreas RNAP | 29 |
| Quadro 5 - Áreas Rede Natura 2000 | 30 |
| Quadro 6 - Áreas disponíveis de povoamentos | 30 |
| Quadro 7 - Potencial energético de resíduos de biomassa proveniente de povoamentos | 32 |
| Quadro 8a - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal | 33 |
| Quadro 8b - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal (áreas ardidas: ano 2003).. | 34 |
| Quadro 8c - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal (áreas ardidas: anos 1993-2002)..... | 34 |
| Quadro 8d - Percentagem de ocupação para as espécies florestais consideradas por concelho (DGRF Algarve)..... | 35 |
| Quadro 8e - Potencial energético de resíduos de biomassa proveniente de povoamentos para as espécies florestais consideradas por concelho (não corrigido com Rede Natura e RNAP)..... | 36 |
| Quadro 9 - Utilização do solo com culturas temporárias no Algarve, em 2001..... | 37 |
| Quadro 10 - Utilização do solo com culturas permanentes no Algarve, em 2001 | 38 |
| Quadro 11 - Poder calorífico de resíduos agrícolas | 39 |
| Quadro 12 - Potencial energético dos resíduos das principais culturas do Algarve | 40 |
| Quadro 13 - Total de RSU's recolhidos por concelhos, nos dois Subsistemas Multimunicipais, em 2001 | 48 |
| Quadro 14- Evolução dos RSU's depositados nos dois subsistemas, mensalmente, em 2001..... | 49 |
| Quadro 15 - Caracterização física dos RSU's recolhidos indiferenciadamente no Subsistema do Sotavento, em 2003 | 51 |
| Quadro 16 - Sistema de Barlavento. Total de RSU's depositados na Célula A | 53 |
| Quadro 17 - Caracterização física dos RSU's recolhidos indiferenciadamente no Subsistema do Barlavento | 54 |
| Quadro 18 - Composição característica do biogás de aterro | 56 |
| Quadro 19 - Fases de decomposição anaeróbia de RSUs em aterro e respectivos valores de composição média | 56 |
| Quadro 20 - Poderes caloríficos inferiores relativos aos resíduos passíveis de conversão energética por combustão | 62 |
| Quadro 21 - Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema multimunicipal do | |

| | |
|---|-----|
| Sotavento algarvio | 63 |
| Quadro 22 - Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema multimunicipal do Barlavento algarvio | 63 |
| Quadro 23 - Listagem das ETAR's do sistema Multimunicipal de Saneamento do Algarve com capacidade de tratamento superior a 30 000 hab.eq. | 67 |
| Quadro 24 - ETAR's do Algarve com capacidade de tratamento superior a 30000 hab.eq. | 68 |
| Quadro 25 - Estimativa global de produção de biogás e de energia eléctrica a partir das ETAR's do Algarve em 2006 e 2025 | 72 |
| Quadro 26 - Efectivos pecuários, em 2002, referentes a Portugal e ao Algarve | 75 |
| Quadro 27 - Suiniculturas do Algarve em 1999 | 76 |
| Quadro 28 - Efectivo suinícola do Algarve: distribuição concelhia (1999) | 76 |
| Quadro 29 - Explorações de suínos com efectivo > 1000 animais | 76 |
| Quadro 30 - Explorações suinícolas com efectivo de 400 a 999 animais | 78 |
| Quadro 31 - Explorações suinícolas com efectivo de 200 a 399 animais | 79 |
| Quadro 32 - Explorações suinícolas com efectivo de 100 a 199 animais | 79 |
| Quadro 33- Potencial energético em biogás para o sector suinícola, produção de energia eléctrica e correspondente remuneração bruta anual | 81 |
| Quadro 34 - Nº explorações bovinícolas do Algarve e respectivo efectivo, por espécie de bovinos | 82 |
| Quadro 35 - Boviniculturas com estabulação permanente, no Algarve | 83 |
| Quadro 36 - Nº explorações e efectivo de galinhas poedeiras e reprodutoras no Algarve | 84 |
| Quadro 37 - Nº explorações de galinhas poedeiras e reprodutoras e efectivo animal no Algarve. | 84 |
| Quadro 38 - Potencial de produção de biogás nos sectores do fabrico das cervejas e das bebidas não alcoólicas (refrigerantes) | 86 |
| Quadro 39 - Potencial energético de resíduos das indústrias agro-alimentares..... | 88 |
| Quadro 40 - Consumo e rendimento de utilização da matéria prima por subsector em Portugal (1998)..... | 91 |
| Quadro 41 - Quantidade de resíduos de madeira gerados anualmente em Portugal e no Algarve (1998)..... | 93 |
| Quadro 42 - Resíduos anuais da industria da madeira e mobiliário no Algarve | 95 |
| Quadro 43 - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal e agrícola..... | 97 |
| Quadro 44 - Estimativa do potencial energético de biomassa global para a Região do Algarve... | 101 |
| Quadro 45 - Estimativa do potencial energético de biomassa global para a Região do Algarve... | 102 |

Índice de Figuras

| | Pag. |
|---|------|
| Figura 1- Representação da região do Algarve por concelhos | 20 |
| Figura 2 - Classificação territorial da região do Algarve | 21 |
| Figura 3 - Evolução da população residente do Algarve no período 1991-2003 | 24 |
| Figura 4 - Evolução da população residente nos 4 concelhos mais populosos no período 1991-2003 | 24 |
| Figura 5 - Representação das Zonas Protegidas da Região do Algarve | 27 |
| Figura 6 - Localização dos Aterros Sanitários Multimunicipais e das Estações de Triagem e de Transferência da Região Algarvia | 46 |
| Figura 7 - Produção acumulada de biogás, em aterro, em função da matéria orgânica depositada e do tempo | 58 |
| Figura 8 - Produção anual de biogás em aterro em função da matéria orgânica depositada | 59 |
| Figura 9 - Distribuição de empresas por subsector em Portugal | 90 |
| Figura 10 - Distribuição de empresas por subsector no Algarve | 90 |
| Figura 11 - Volume de vendas por região | 91 |
| Figura 12 - Resíduos produzidos pelas serrações em Portugal | 92 |
| Figura 13 - Ponderação dos tipos de resíduos produzidos pelas serrações | 94 |
| Figura 14 - Ponderação dos tipos de resíduos produzidos no fabrico de mobiliário | 94 |
| Figura 15 - Resíduos produzidos pelas carpintarias em Portugal | 95 |
| Figura 16 - Origem do potencial de biomassa no concelho de Albufeira..... | 104 |
| Figura 17 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Aljezur..... | 104 |
| Figura 18 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Faro..... | 105 |
| Figura 19 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Lagoa..... | 105 |
| Figura 20 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Lagos..... | 106 |
| Figura 21 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Loulé..... | 106 |
| Figura 22 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Monchique..... | 107 |
| Figura 23 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Olhão..... | 107 |
| Figura 24 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Portimão..... | 108 |
| Figura 25 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Silves..... | 108 |
| Figura 26 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Tavira..... | 109 |
| Figura 27 - Origem do potencial da biomassa no concelho de V R Sº António..... | 109 |

Índice de Mapas

| | Pag. |
|---|------|
| Mapa 1 - Distribuição do potencial energético de resíduos florestais e agrícolas incluindo as áreas pertencentes à Rede Natura 2000 | 43 |
| Mapa 2 - Distribuição do potencial energético de resíduos florestais e agrícolas excluindo as áreas afectas à Rede Natura 2000 | 44 |
| Mapa 3 - Potencial energético de resíduos florestais e agrícolas para os concelhos do Algarve | 98 |
| Mapa 4 - Potencial energético de resíduos de suiniculturas para os concelhos do Algarve | 99 |
| Mapa 5 - Potencial energético global para os concelhos do Algarve | 100 |

Sumário Executivo

O objectivo deste trabalho consistiu na avaliação e mapeamento do potencial energético associado aos recursos da biomassa na Região do Algarve. Para a concretização deste objectivo, tendo em conta as diversas tecnologias de conversão energética relativas a cada fracção de biomassa, foi efectuado o cálculo do potencial energético, com base num levantamento actualizado da informação existente e após avaliação e tratamento dos dados recolhidos sobre os recursos seguintes:

- A. Resíduos sólidos urbanos, de águas residuais domésticas e de biomassa animal resultante da actividade pecuária;
- B. Resíduos florestais e agrícolas;
- C. Resíduos provenientes da actividade agro-industrial e do sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário;

A. Potencial de resíduos sólidos urbanos, de águas residuais domésticas e de biomassa animal resultante da actividade pecuária

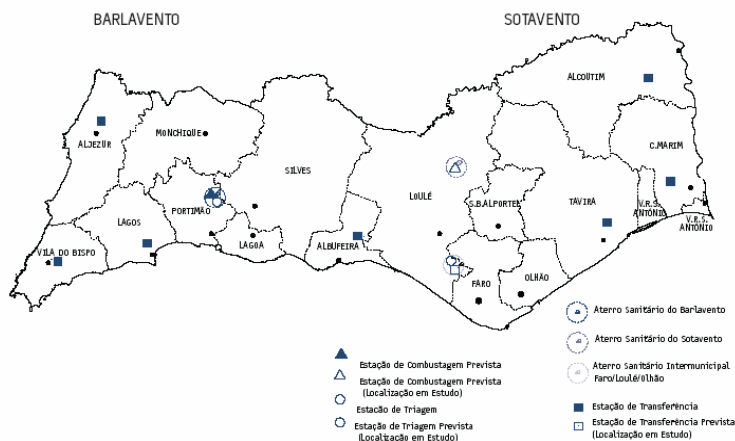
Na região do Algarve, o sistema de recolha de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) é constituído por dois subsistemas multimunicipais, Barlavento e Sotavento.

O Subsistema do Barlavento compreende, para além de quatro Estações de Transferência, o aterro sanitário que está localizado em Porto de Lagos (Portimão) e serve os concelhos de Albufeira, Aljezur, Lagoa, Lagos, Monchique, Portimão, Silves e Vila do Bispo.

O Subsistema do Sotavento compreende um aterro sanitário localizado em Barranco do Velho (Loulé), serve os concelhos de Castro Marim, Faro, Loulé, Olhão, São Brás de Alportel, Tavira e Vila Real de Santo António.

Se os resíduos putrescíveis, mais ricos em matéria orgânica biodegradável, podem e devem ser contabilizados em termos do potencial de produção de biogás por digestão anaeróbia, outros há, como os resíduos de papel, cartão, têxteis, plásticos e outros resíduos combustíveis cuja conversão energética deve ser avaliada através de processos de combustão.

Foi feita uma estimativa do potencial energético, em biogás, produzido por digestão anaeróbia da matéria orgânica contida nos RSUs depositados nestes aterros.



De acordo com a quantidade de RSUs depositada (630 000 t) no Aterro do Sotavento Algarvio, como nos primeiros 20 anos de deposição se prevê uma produção anual de biogás de cerca de 7 m³/t de RSUs, a produção média anual será de 7 x 630 000 = 4 410 000 m³ de biogás e o valor médio da energia do biogás produzido será **1 861 tep/ano**.

Do mesmo modo, no Aterro do Barlavento Algarvio, já com a célula A selada desde Abril de 2002, a quantidade total de resíduos depositados é de cerca de 520 131 t e o valor médio anual da energia do biogás produzido será **1 536 tep/ano**.

Se este biogás for utilizado para produção de energia em cogeração, o valor da produção da célula A durante o ano de 2005 e seguintes será de **5 431 034 kWh/ano**.

Também foi feita uma estimativa do potencial energético, obtido por queima directa das fracções combustíveis dos RSUs.

Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema do Sotavento

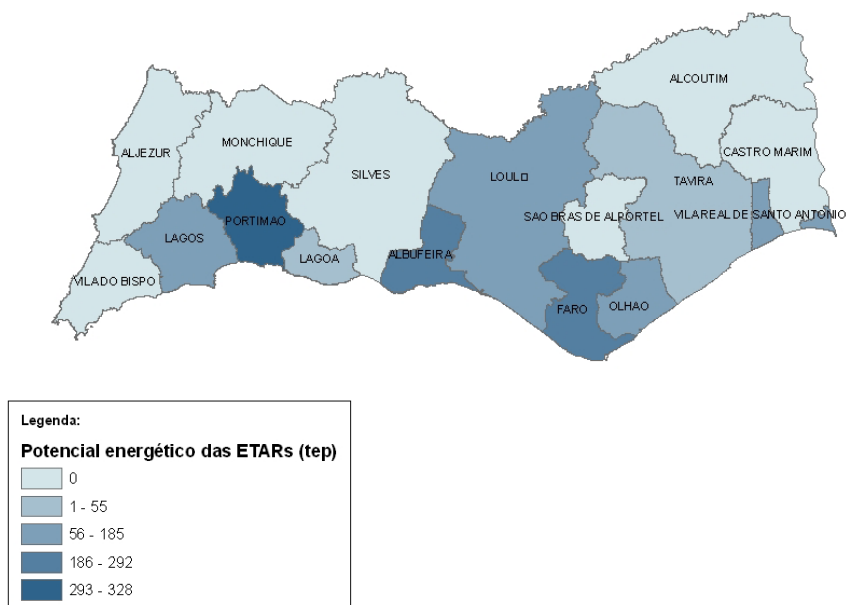
| Materiais | Sotavento | |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|
| | Quantidade (t) | Potencial energético (tep) |
| Papeis + cartões + compósitos | 34 028,3 | 8 602 |
| Têxteis | 12 112,0 | 2 235 |
| Plásticos | 16 039,5 | 8 941 |
| Combustíveis não especificados | 2 967,1 | 1 620 |
| Finos | 18 705,5 | 5 995 |
| Total | 83 852,4 | 27 393 |
| Total (η=70%) | | 19 175 |

Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema do Barlavento

| Materiais | Barlavento | |
|--------------------------------|----------------|----------------------------|
| | Quantidade (t) | Potencial energético (tep) |
| Papeis + cartões + compósitos | 27 729,0 | 7 101 |
| Têxteis | 10 560,8 | 1 974 |
| Plásticos | 14 751,5 | 8 330 |
| Combustíveis não especificados | 2 738,0 | 1 514,0 |
| Finos | 18 243,8 | 5 923 |
| Total | 74 023,1 | 24 843 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 17 390 |

Como a deposição de RSUs em aterros, num futuro próximo, terá que cumprir o Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio, que define como estratégia a redução da matéria orgânica biodegradável dos RSUs a depositar em aterro, pode considerar-se que a biomassa biodegradável correspondente poderá produzir a partir de 2006, em média, mais 1 960 000 m³/ano de biogás a que corresponderão mais **826,9 tep/ano**.

Neste estudo também foi avaliado o potencial energético das ETARs do Algarve.

Distribuição do potencial energético dos sistemas de ETARs do Algarve 2006


Foi avaliado o potencial energético como resultado do tratamento das lamas de esgoto por digestão anaeróbia, com produção de biogás. O potencial estimado de produção de biogás, para 2006, caso todas as ETARs consideradas, construídas e em fase de construção, fossem dotadas de equipamento de digestão anaeróbia para tratamento das lamas primárias e secundárias, corresponde a um conteúdo energético igual a cerca de **1 627 tep**. Do mesmo modo, a previsão do potencial total da produção de energia para 2025, a partir do biogás produzido pelo esgoto doméstico se tratado por digestão anaeróbia, será de **2 053 tep/ano**.

Foi avaliado o potencial energético da actividade pecuária relacionada com a suinicultura dado que o aproveitamento energético do efluente das explorações de suinicultura pode fazer-se a partir da sua digestão anaeróbia e subsequente aproveitamento do biogás. Monchique é o concelho com maior efectivo, com cerca de 40% do total de animais existentes no Algarve. Seguem-se, por ordem de importância, os concelhos de Silves, Faro, Loulé e Aljezur. O efectivo suinícola deste conjunto de 5 concelhos (53 525) representa cerca de 80% do efectivo suinícola do Algarve (67 558).

Potencial energético em biogás para o sector suinícola

| Concelho | Potencial energético (tep) |
|-----------|----------------------------|
| Monchique | 732 |
| Silves | 256 |
| Faro | 199 |
| Loulé | 267 |
| Aljezur | 68 |
| Total | 1 522 |

As explorações de bovinos no Algarve com animais estabulados permanentemente são poucas e com um número de efectivos demasiado pequeno para viabilizar o tratamento do excreta por digestão anaeróbia. Só se podeá justificar em casos de possível codigestão, por exemplo com excreta de suíno, e por isso não foi contabilizada esta componente no potencial energético da Região. O mesmo se verifica para o caso dos aviários.

B. Potencial de resíduos florestais e agrícolas e de resíduos provenientes das indústrias relacionadas com o sector agro-florestal

Usaram-se duas abordagens distintas na avaliação das áreas ocupadas pelos diversos tipos de povoamentos florestais ou culturas agrícolas susceptíveis de gerar resíduos com potencial energético.

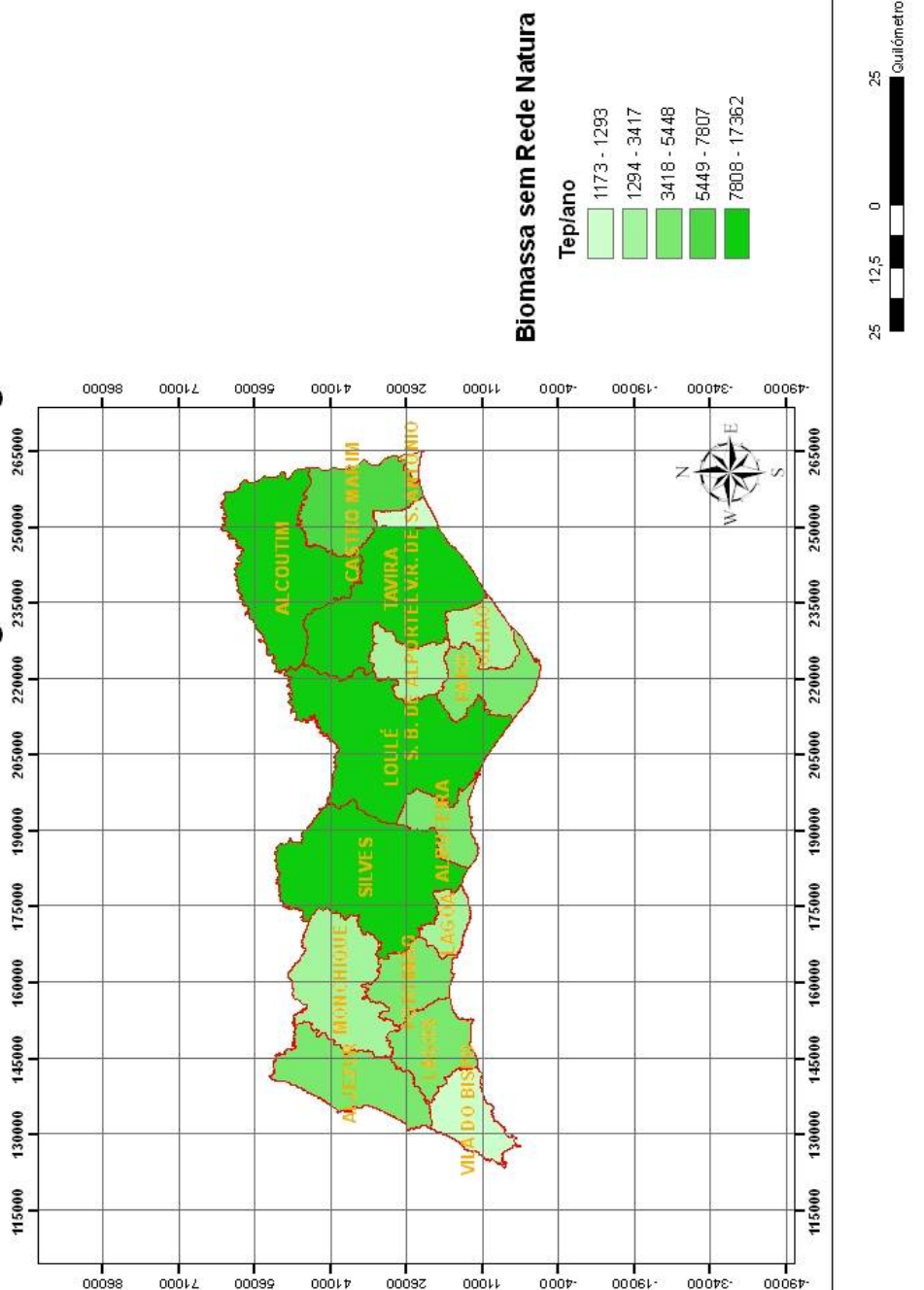
Num caso utilizaram-se dados tabelados, constantes do Inventário Florestal Nacional (IFN) e do Instituto Nacional de Estatística. No outro usaram-se para a avaliação dessas mesmas áreas e

para o levantamento do seu potencial, dados geográficos processados num Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Apenas esta última metodologia permitiu mapear o potencial deste tipo de resíduos para cada um dos vários concelhos da Região, pelo que se apresenta na figura seguinte, por concelho, o mapeamento do potencial energético resultante da utilização de um SIG na avaliação do conjunto de resíduos provenientes da exploração de povoamentos florestais, de culturas agrícolas e da recolha de matos em terrenos incultos e em áreas ardidas, descontadas as áreas pertencentes à Rede Natura 2000.

O valor obtido para o potencial energético deste conjunto de resíduos, calculado com base na avaliação das áreas de coberto florestal e agrícola feita através do sistema de informação geográfica, foi cerca do dobro do valor que se obteve quando essas áreas foram calculadas com base nos dados tabelados do IFN. O facto do sistema de informação geográfica permitir considerar parcelas de reduzidas dimensões poderá justificar esta diferença, pois faz com que possam ser contabilizadas áreas de coberto vegetal que com outro método de cálculo dificilmente podem ser consideradas.

Potencial de Biomassa Proveniente de Resíduos Florestais e Agrícolas do Algarve



C. Resíduos provenientes da actividade agro-industrial e do sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário;

Na execução da avaliação deste potencial de resíduos de biomassa com valor energético não foi possível a sua alocação aos concelhos da Região pelo que tiveram que ser calculados para o conjunto da Região do Algarve. De notar que não estão portanto contabilizados no mapa precedente.

No que respeita à actividade agro-industrial, esta pode produzir efluentes líquidos (águas residuais) e/ou resíduos sólidos que representam potencialmente um valor energético apreciável e que, dependendo das suas características físico-químicas, podem ser mais adequados à produção de energia por digestão anaeróbia, ou por processos termoquímicos.

Na região do Algarve, para o cálculo dos resíduos provenientes das indústrias agro-alimentares, foram considerados três tipos de actividades: produção de azeite, produção de vinho e produção de amêndoa.

Potencial energético de resíduos das indústrias agro-alimentares na Região do Algarve

| Resíduo | Poder calorífico kcal/kg | Potencial energético tep |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Bagaço de azeitona | 3 000 | 864 |
| Engaço de vinificação | 5 000 | 274 |
| Casca de amêndoa | 4 200 | 1 077 |
| Total | | 2 215 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 1 551 |

A região do Algarve tem 127 empresas do sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário, distribuídas por 3 subsectores: Fabrico de Mobiliário (CAE 36110, 36120, 36130 e 36141), 22,8%; Serrações de Madeira (CAE 20101), 0,8% e Carpintarias (CAE 20302, 20400, 20511 e 20512), 76,4%.

Com base nos valores registados a nível nacional para o consumo de matéria prima e rendimento médio da sua utilização é possível calcular as quantidades de resíduos de madeira gerados em cada subsector em Portugal. Sabendo que o volume de vendas na região do Algarve é cerca de 1% do total nacional, e admitindo a mesma proporção na produção de resíduos, obtém-se a quantidade de resíduos de madeira gerados na região do Algarve.

Quantidade de resíduos da Indústria da Madeira e Mobiliário gerados anualmente em Portugal e no Algarve (1998).

| Subsector | Quantidade anual (ton) | |
|--------------|------------------------|--------------|
| | Portugal | Algarve |
| Serração | 178 023 | 1 780 |
| Carpintaria | 144 364 | 1 444 |
| Mobiliário | 93 384 | 934 |
| Total | 415 771 | 4 158 |

À quantidade anual de resíduos produzidos pelo sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário na região do Algarve (4 158 ton), vai corresponder um potencial energético de **1 018,7 tep**, considerando para poder calorífico inferior um valor médio de 3500 kcal/kg e um rendimento energético de 70 %.

Potencial energético global associado aos recursos da biomassa na Região do Algarve

No quadro seguinte apresenta-se o potencial energético anual da biomassa calculado para toda a Região do Algarve tendo em conta os vários recursos considerados. Neste quadro, para o conjunto de resíduos provenientes da exploração de povoamentos florestais, de culturas agrícolas, bem como da recolha de matos em incultos e em áreas ardidas, utilizou-se o valor do potencial energético resultante da utilização de um SIG.

Estimativa do potencial energético anual global da biomassa para a Região do Algarve

| Recursos | Potencial energético (tep) |
|--|----------------------------|
| Resíduos de biomassa florestal e das principais culturas algarvias | 106 951 |
| Biogás no Aterro do Sotavento (Loulé) | 1 861 |
| Queima directa dos RSUs no Aterro do Sotavento | 19 175 |
| Biogás no Aterro do Barlavento (Portimão) | 1 536 |
| Queima directa dos RSUs no Aterro do Barlavento | 17 390 |
| Biogás nas ETARs | 1 627 |
| Acréscimo de biogás estimado posterior a 2006 | 2 880 |
| Biogás no sector suinícola | 1 522 |
| Resíduos das indústrias agro-alimentares | 1 551 |
| Resíduos da Indústria da Madeira e do Mobiliário | 1 019 |
| Total | 155 512 |

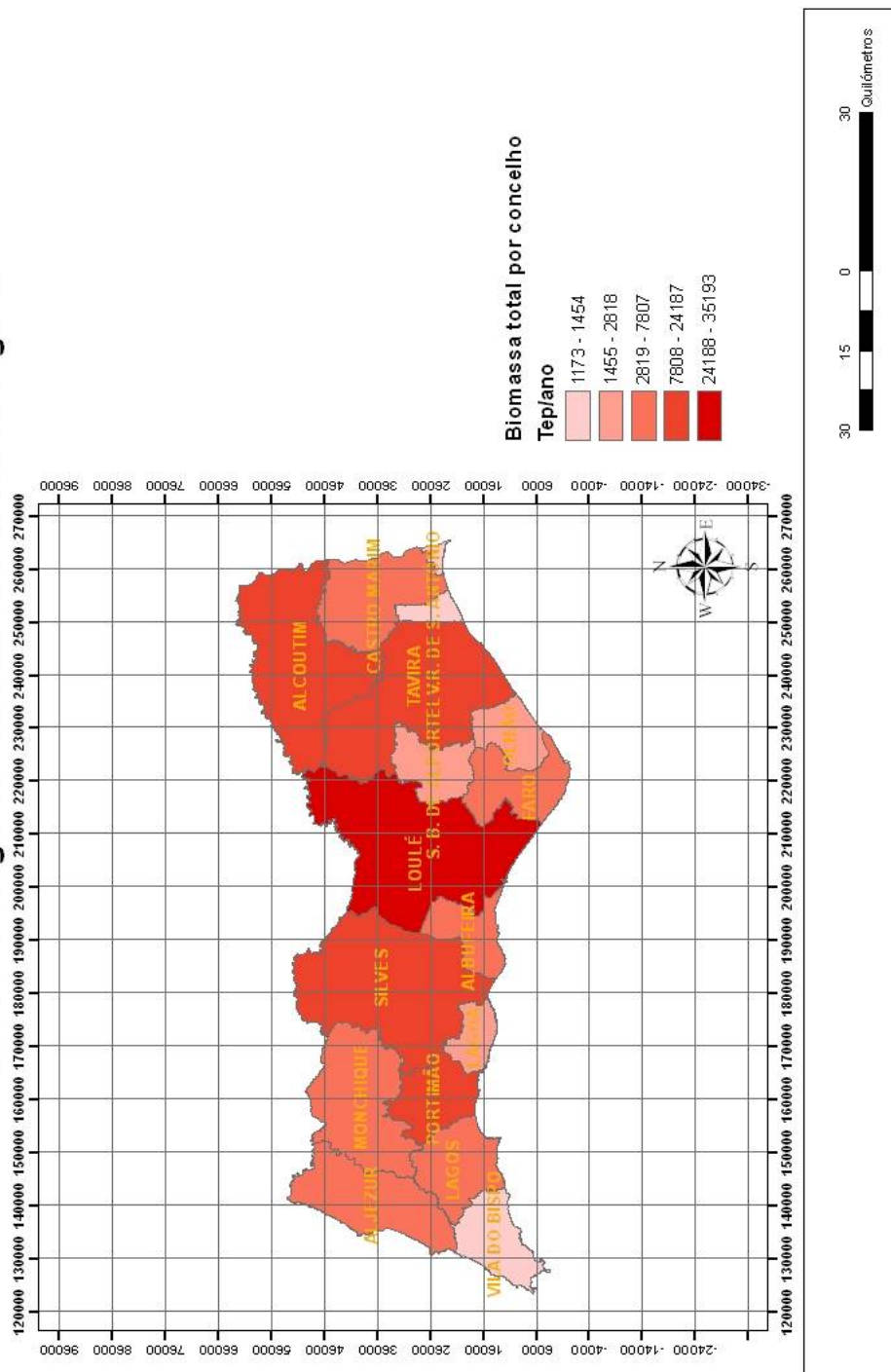
Na tabela seguinte apresenta-se o potencial energético global da biomassa para os diversos Concelhos da Região do Algarve, o que resulta de todas as contribuições já referidas e que foram consideradas neste levantamento: resíduos sólidos urbanos, águas residuais domésticas e resíduos de biomassa animal resultante da actividade pecuária, resíduos florestais e agrícolas e resíduos provenientes das indústrias relacionadas com o sector agro-florestal. De notar que não estão contabilizados nesta tabela os resíduos provenientes da actividade agro-industrial e do sector da Indústria da Transformação da Madeira e do Mobiliário, por não ter sido possível a sua alocação aos concelhos da Região. De igual modo, o que foi objecto de discussão no texto sobre o potencial energético futuro também não foi aqui considerado.

**Estimativa do potencial energético anual da biomassa para os concelhos da
Região do Algarve**

| CONCELHO | Potencial energético global (tep) |
|--------------------|--------------------------------------|
| ALBUFEIRA | 4 421 |
| ALCOUTIM | 16 163 |
| ALJEZUR | 4 615 |
| CASTRO MARIM | 7 807 |
| FARO | 4 337 |
| LAGOA | 2 694 |
| LAGOS | 5 605 |
| LOULÉ | 35 193 |
| MONCHIQUE | 4 149 |
| OLHÃO | 2 818 |
| PORTIMÃO | 24 187 |
| S. B. DE ALPORTEL | 2 754 |
| SILVES | 17 618 |
| TAVIRA | 15 063 |
| V.R. DE S. ANTÓNIO | 1 454 |
| VILA DO BISPO | 1 173 |
| Total | 150 062 |

O último mapa representa esse mesmo potencial energético global para os vários concelhos da Região do Algarve.

Potencial Energético Total de Biomassa do Algarve



1. Objectivo

O objectivo deste trabalho consistiu na avaliação do potencial energético associado aos recursos da biomassa na região do Algarve e o mapeamento desse potencial.

Para concretização deste objectivo:

A. Foi efectuado um levantamento da informação existente e realizada a respectiva actualização sobre:

O potencial de resíduos florestais e agrícolas e dos resíduos provenientes das indústrias relacionadas com o sector agro-florestal;

O potencial de resíduos sólidos urbanos, de águas residuais domésticas e de biomassa animal resultante da actividade pecuária;

B. Após avaliação e tratamento dos dados recolhidos, foi efectuado o cálculo do potencial energético relativo a cada fracção de biomassa, tendo em conta as diversas tecnologias de conversão energética.

C. Em ligação com os grupos responsáveis pela avaliação do potencial energético dos recursos eólico e solar, será ainda elaborado um CD-ROM com o mapeamento global dos recursos endógenos da Região do Algarve.

2. Introdução Geral

Portugal importa cerca de 85 por cento da energia que consome, percentagem claramente superior à média da União Europeia, a que corresponde uma factura anual superior a 2 mil milhões de euros. O petróleo domina as importações, com uma quota de 71,2%, seguido pelo carvão (12,7%) e pelo gás natural, que desde que foi introduzido em 1997 tem apresentado um crescimento regular e já se situa actualmente em cerca de 13,2% (1).

Mesmo não tendo em consideração a componente económica, uma crise nos mercados internacionais do petróleo originaria um problema de abastecimento dificilmente resolúvel, se não for rapidamente alterado o paradigma energético nacional.

Para minimizar esta dependência, garantir a segurança do abastecimento nacional e diversificar as fontes de energia, o Programa E4, lançado em 2001, e a Resolução do Governo 63/2003, de 28 de Abril, que aprova a Política Energética Nacional, apontam diversas medidas das quais importa salientar o aumento dos aproveitamentos hidroeléctricos e a aposta nas energias renováveis, por constituírem recursos endógenos e um potencial renovável significativo ainda por explorar.

Além disso, a Directiva europeia 2001/77/CE relativa à produção de electricidade a partir de fontes renováveis estipula para Portugal que, em 2010, 39% da electricidade consumida seja de origem renovável.

Acresce que as actuais previsões apontam para que Portugal seja dos países da UE pior posicionados para cumprir os compromissos internacionais assumidos, nomeadamente os que resultam do Protocolo de Quioto. De facto, Portugal já ultrapassou as emissões de gases de efeito de estufa (GEE) admissíveis para 2008-2010. Até 1999, as emissões de GEE já tinham subido 24,5 por cento, e, em 2003, as emissões cifravam-se em cerca de 40,2 por cento dos valores correspondentes a 1990, quando o limite permitido era 27 por cento até 2010.

Todos os factores atrás mencionados mostram a urgência de uma verdadeira revolução no sector da energia, impondo a necessidade de investimento nas energias renováveis com as consequentes reduções da dependência dos combustíveis fósseis e das emissões de carbono, em alternativa ao pagamento de pesadas multas sem qualquer benefício.

O Plano Energético da Região do Algarve que data de 1993 (2), estabelece as grandes orientações de política energética para a região, tendo em conta, por um lado, as linhas nacionais de política energética e, por outro, as especificidades próprias da região do Algarve. As grandes linhas de orientação foram sintetizadas no referido documento como:

- criação de capacidade operacional de intervenção na área da energia, visando a implementação das conclusões do Plano Energético Regional;
- valorização do potencial de recursos energéticos endógenos, nomeadamente a biomassa, o eólico e o solar;
- melhoria da ligação às redes nacionais e internacionais de distribuição de energia e, em geral, ao sistema energético centralizado;
- utilização racional de energia;
- redução do impacto ambiental da utilização de energia e valorização energética da reciclagem de resíduos;
- mobilização das linhas de financiamento, nacionais e comunitárias para a implementação da política energética regional.

É neste contexto que o presente trabalho se insere, referindo-se este relatório à componente de avaliação do potencial energético da biomassa da região do Algarve.

3. Caracterização da Região do Algarve

A região algarvia ocupa uma área de 4 928 Km², distribuída por 16 concelhos que se subdividem em 84 freguesias de características geográficas muito diversas e actividades socio-económicas distintas.

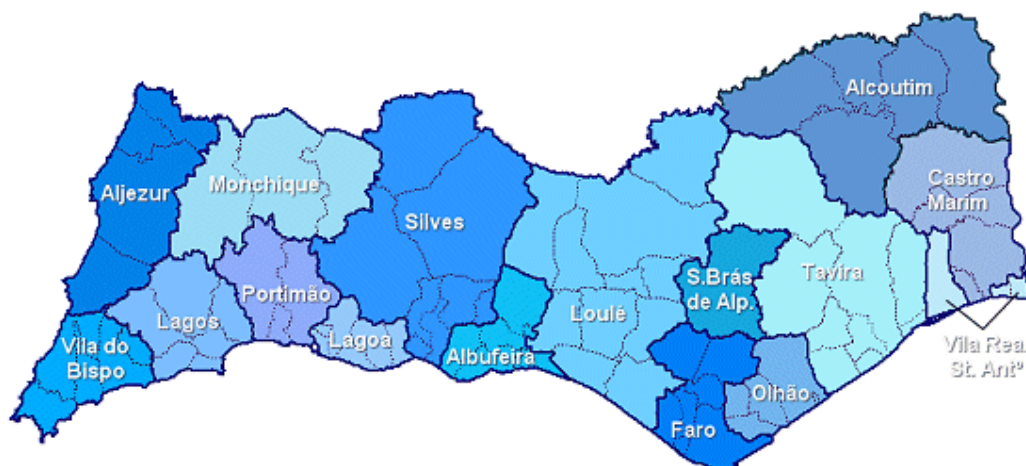


Figura 1 - Representação da região do Algarve por concelhos

Na classificação territorial da região podem considerar-se quatro sub-sistemas:

Sub-sistema Litoral: Abrange a faixa litoral entre Lagos e Tavira, intensamente urbanizada, com grande pressão demográfica, turística e imobiliária e inclui uma área de elevado valor ambiental - a Ria Formosa. Tem um conjunto de cidades com o mais elevado grau populacional da região (Lagos, Portimão, Lagoa, Albufeira, Quarteira, Faro, Olhão e Tavira) que constituem um eixo litoral de cidades.

Sub-sistema Costa Vicentina: Abrange os espaços naturalizados e integrados nas zonas envolventes do Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina e outros locais com valor simbólico elevado ligados aos Descobrimentos Portugueses e aos Oceanos, como é o caso de Sagres.

Sub-sistema Guadiana: Abrange os territórios de fronteira e espaços naturais de grande sensibilidade (Reserva Natural do Sapal de Castro Marim, V. R. Stº António e bacia do Guadiana), bem como núcleos urbanos: Tavira, V. R. Stº António, Alcoutim e Castro Marim.

A dinâmica desta zona está essencialmente associada ao Rio Guadiana e naturalmente aos territórios vizinhos de Mértola e da província de Huelva.

Sub-sistema Serra/Barrocal: Abrange a Serra despovoada e uma área de transição com o Litoral e apresenta características predominantemente rurais. A Serra ocupa cerca de 50% do território regional e possui apenas 9% da população, isolando o Algarve das influências climáticas do norte. Os solos desta zona, constituídos sobretudo por xistos e grés, são pobres, o que condiciona e reduz o tipo e as possibilidades de exploração agrícola. Esta situação, em conjunto com a grande atracção exercida pelo litoral, tem contribuído para uma progressiva regressão demográfica o que, contudo, permitiu a preservação dos ecossistemas e dos recursos endógenos da zona.

Este eixo interior é constituído pelas aldeias e vilas (em geral sedes de freguesia ou concelho) situadas ao longo do eixo viário entre Alcoutim e Aljezur.

O Barrocal engloba cerca de 25% da área da região e concentra 20% da população algarvia. Trata-se de uma zona de grande valor paisagístico, com solos de elevada capacidade agrícola. Destaca-se o papel dos centros urbanos do Barrocal (Silves, Loulé e S. Brás de Alportel) que pela sua dimensão e dinamismo poderão substituir o Litoral no apoio às populações da Serra.

Estes três últimos sub-sistemas prolongam-se, em termos de realidades naturais e socio-económicas pelo Alentejo e são considerados, por oposição ao sub-sistema Litoral, zonas de baixa densidade demográfica e de fraco desenvolvimento socio-económico.



Figura 2 - Classificação territorial da região do Algarve

Quando se aborda o padrão de ocupação do território do Algarve, é necessário ter em atenção a grande disparidade entre os valores de população residente e flutuante. De acordo com o Censos 2001, a região representa 3,8% da população residente no País, ocupando uma posição

muito mais expressiva no que diz respeito à população flutuante, por força da grande actividade turística associada à região (3).

A população residente cifrava-se em 341 404 habitantes, em 1991, com uma tendência nítida para crescer, como se pode observar pela evolução da população residente no período 1991-2003, registada na Figura 3 e onde a população já rondava os 405 380 habitantes em 2003 (3,4). No Quadro 1, apresentam-se os valores da população residente durante esse período, registada nos diferentes concelhos da região algarvia (3,4). A distribuição geográfica da população é muito heterogénea, como já foi referido, variando desde uma densidade populacional de 6 habitantes/Km² no concelho de Alcoutim até cerca de 327 habitantes/Km² no concelho de Olhão, de acordo com o Anuário Estatístico da Região do Algarve, 2003 (4).

É interessante verificar que os concelhos menos populosos (Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Monchique, S. Brás de Alportel e Vila do Bispo) sofreram, em regra, uma diminuição do número de residentes no período analisado, com excepção de Aljezur e S. Brás de Alportel, este último com uma variação positiva de 30% (7570 em 1991 para 10846 em 2003).

Quadro 1 - População Residente no Algarve 1991-2003

| | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| TOTAL | 341404 | 343336 | 345970 | 349658 | 353309 | 357472 | 357472 | 369298 | 375841 | 383399 | 390933 | 398370 | 405380 |
| Albufeira | 21207 | 21703 | 22560 | 23469 | 24392 | 25418 | 25418 | 27779 | 29085 | 30461 | 31783 | 33019 | 34221 |
| Alcoutim | 4479 | 4399 | 4307 | 4205 | 4127 | 4025 | 4025 | 3849 | 3775 | 3696 | 3624 | 3556 | 3482 |
| Aljezur | 4965 | 4954 | 4949 | 4947 | 4956 | 4965 | 4965 | 5031 | 5079 | 5133 | 5180 | 5234 | 5282 |
| C.Marim | 6746 | 6696 | 6647 | 6608 | 6543 | 6490 | 6490 | 6458 | 6430 | 6429 | 6440 | 6463 | 6496 |
| Faro | 50574 | 51294 | 51367 | 52133 | 52867 | 53613 | 53613 | 54943 | 55707 | 56552 | 57242 | | 58060 |
| Lagoa | 16885 | 17146 | 17284 | 17457 | 17644 | 17857 | 17857 | 18808 | 19313 | 19916 | 20571 | 21314 | 22005 |
| Lagos | 21607 | 21841 | 22054 | 22284 | 22561 | 22866 | 22866 | 23652 | 24094 | 24606 | 25199 | 25847 | 26495 |
| Loulé | 46613 | 46960 | 48012 | 49144 | 50217 | 51461 | 51461 | 54231 | 55687 | 57309 | 58820 | 60044 | 61246 |
| Monchique | 7165 | 7003 | 6957 | 6895 | 6868 | 6842 | 6842 | 6808 | 6772 | 6769 | 6748 | 6666 | 6560 |
| Olhão | 36789 | 36983 | 37085 | 37263 | 37416 | 37565 | 37565 | 38454 | 39001 | 39626 | 40253 | 40953 | 41580 |
| Portimão | 38881 | 39172 | 39496 | 39858 | 40258 | 40634 | 40634 | 41901 | 42637 | 43463 | 44368 | 45389 | 46350 |
| S.B.Alportel | 7570 | 7670 | 7800 | 7955 | 8092 | 8251 | 8251 | 8899 | 9240 | 9664 | 10005 | 10450 | 10846 |
| Silves | 32802 | 32834 | 32654 | 32486 | 32227 | 32126 | 32126 | 32412 | 32574 | 32837 | 33240 | 33837 | 34402 |
| Tavira | 24697 | 24611 | 24480 | 24376 | 24295 | 24256 | 24256 | 24203 | 24224 | 24325 | 24468 | 24729 | 24971 |
| V.Bispo | 5723 | 5692 | 5595 | 5508 | 5421 | 5353 | 5353 | 5287 | 5226 | 5189 | 5200 | 5268 | 5339 |
| V.R.S.Ant. | 14372 | 14378 | 14723 | 15070 | 15425 | 15750 | 15750 | 16583 | 16997 | 17424 | 17742 | 17922 | 18045 |

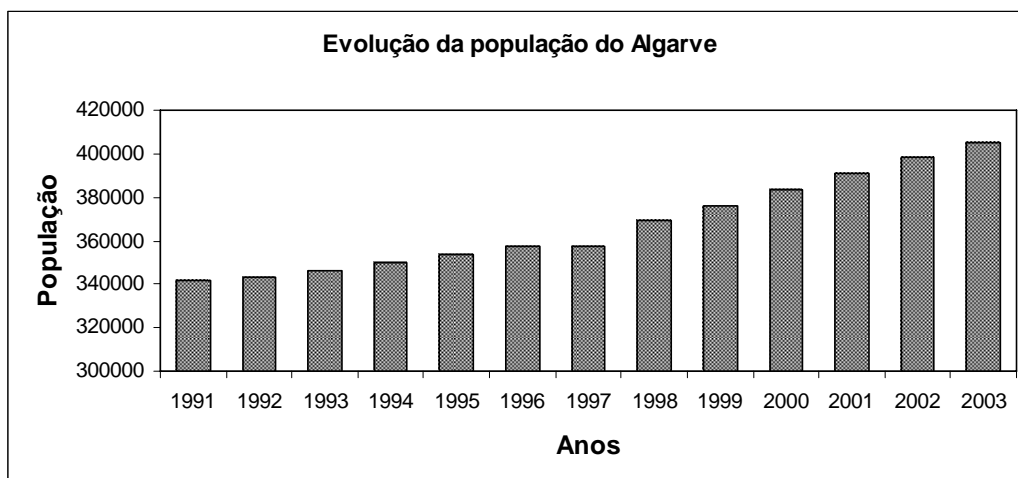


Figura 3 - Evolução da população residente do Algarve - período 1991/2003

Pelo contrário, os concelhos mais próximos da orla marítima observaram durante este período um crescimento acentuado da população residente, com especial incidência no de Loulé que ultrapassou mesmo o de Faro a partir de 2000, como pode observar-se na Figura 4. Os concelhos de Albufeira e de Vila Real de Santo António registaram também crescimentos importantes com variações positivas de 38% e 20,3%, respectivamente.

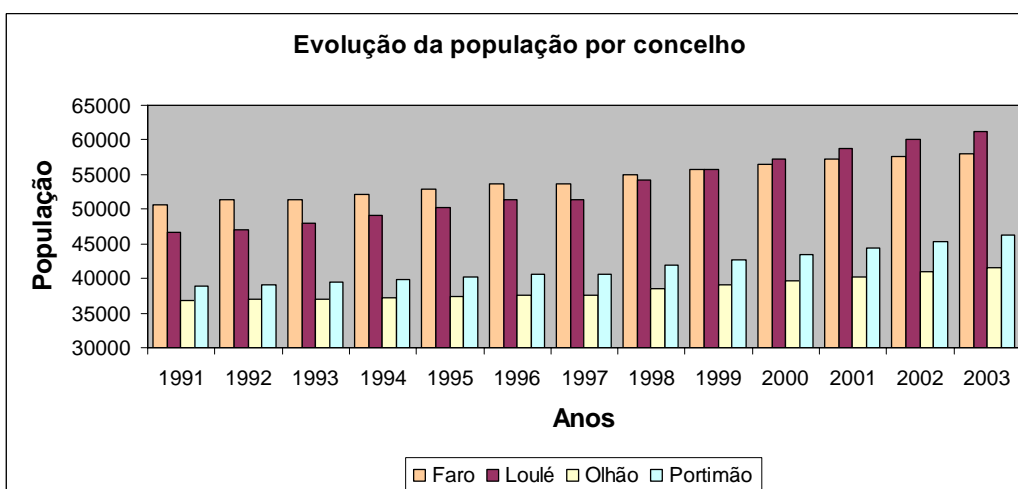


Figura 4 - Evolução da população residente nos 4 concelhos mais populosos (período 1991/2003)

Sendo, porém, uma região reconhecida como destino de férias, onde o turismo e os serviços são as actividades estruturantes da economia, a população é fortemente acrescida no período de férias. As últimas estatísticas com dados de população relativos aos meses de férias mais tradicionais referem-se ao ano de 1991. Nesse ano, a média mensal avaliada entre Junho e Setembro correspondeu a 566 752 habitantes, quando a população residente não ultrapassava 341 075 habitantes (Quadro 2) (5).

Quadro 2 - Distribuição da população, residente e em período de férias, por concelhos, na região do Algarve em 1991

| Concelhos | Freguesias | Área (Km2) | População | |
|--------------|------------|-------------|---------------|------------------------------------|
| | | | Residente | Média mensal em férias (Jun a Set) |
| Albufeira | 5 | 141 | 20949 | 127591 |
| Alcoutim | 5 | 577 | 4571 | 5683 |
| Aljezur | 4 | 322 | 5006 | 9599 |
| C. Marim | 4 | 300 | 6803 | 7850 |
| Faro | 6 | 201 | 50761 | 29566 |
| Lagoa | 6 | 89 | 16780 | 40281 |
| Lagos | 6 | 214 | 21526 | 39368 |
| Loulé | 11 | 765 | 46585 | 104707 |
| Monchique | 3 | 396 | 7309 | 1896 |
| Olhão | 5 | 127 | 36812 | 14351 |
| Portimão | 3 | 179 | 38833 | 83751 |
| S. Brás | 1 | 150 | 7526 | 2048 |
| Silves | 8 | 679 | 32924 | 30827 |
| Tavira | 9 | 611 | 24857 | 24285 |
| V. Bispo | 5 | 179 | 5762 | 14353 |
| V.R.Sto Ant. | 3 | 58 | 14400 | 30596 |
| TOTAL | | 4990 | 341404 | 566752 |

Devido à marcada alteração demográfica sazonal, o concelho de Faro, que era, em 1991, o mais populoso na maior parte do ano, via-se ultrapassado por concelhos como Albufeira, Loulé, Portimão, Lagoa, Lagos ou Silves na época estival (Quadro 2) (5). Embora não existam dados estatísticos posteriores tão específicos sobre a evolução da população em férias, a

avaliação do número de camas nas principais unidades hoteleiras e o grau de ocupação anual dessas unidades mostra que esta tendência não só se manteve como se foi intensificando.

A actividade turística, que é responsável pelo Algarve ocupar o 2º lugar no que se refere à produção de riqueza por habitante (10,5 mil Euros), origina sazonalmente modificações regionais significativas nos quantitativos referentes a resíduos sólidos urbanos e a águas residuais domésticas.

A actividade económica no Algarve não se reduz, contudo, ao turismo, e em alguns concelhos, a floresta, a agricultura e a indústria constituem componentes importantes do desenvolvimento socio-económico da região, contribuindo todas elas para um potencial de biomassa a ter em conta para aproveitamento energético.

Esta região possui uma elevada qualidade ambiental, e onde o esforço da administração, central e local, tem sido relativamente bem sucedido, nomeadamente ao nível do abastecimento de água, tratamento de águas residuais, resíduos sólidos, etc.

No que respeita ao património ambiental, o Algarve encerra uma diversidade de zonas naturais classificadas: a Área de Paisagem Protegida da Costa Vicentina, o Parque Natural da Ria Formosa, a Reserva Natural do Sapal de Castro Marim e Vila Real de Sto. António e os sítios da Rocha da Pena e Fonte da Benémola.

Em termos de direito comunitário, a regulamentação relativa à conservação da natureza alicerça-se em torno das Directivas das aves (Directiva n.º 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de Abril) e habitats (Directiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de Maio), que consubstanciarão em conjunto o instrumento de conservação comunitário por excelência: a Rede Natura 2000. Após a transposição para o direito interno das respectivas directivas comunitárias, o Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de Setembro, criou diversas ZPE (zonas de protecção especial), sendo de destacar no Algarve a Costa Sudoeste, o Leixão da Gaivota, a Ria Formosa e os Sapais de Castro Marim. Também já ultrapassaram a fase de definição, os sítios de interesse comunitário designadamente por ZEC que incluem, no Algarve, os sítios do Guadiana, da Costa Sudoeste, Monchique, Ria Formosa, os Sapais de Castro Marim e a Ribeira de Quarteira (Figura 5).



Figura 5 - Representação das Zonas Protegidas da Região do Algarve

4. Levantamento do potencial em biomassa

4.1 Biomassa Florestal e Agrícola - 1ª Abordagem

Para a avaliação do potencial em biomassa proveniente da actividade florestal e da actividade agrícola foram utilizadas duas abordagens diferentes, com base no tipo de dados utilizados para a realização dessa quantificação.

Na primeira abordagem, para a avaliação das áreas ocupadas pelos diversos tipos de ocupação de solo susceptíveis de gerar resíduos com potencial energético e para a elaboração do levantamento deste potencial, utilizaram-se dados constantes do Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão (1995 - 1998) (6).

Neste caso, a avaliação do potencial para os dois tipos de actividade, agrícola e florestal, é feita separadamente.

Na segunda abordagem, para a avaliação dessas mesmas áreas ocupadas pelos diversos tipos de ocupação de solo e para a elaboração do levantamento do potencial foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Esta metodologia adquire particular importância no que respeita às explorações florestais e agrícolas e à determinação do seu potencial de biomassa. No caso das explorações florestais, como a manutenção dessas explorações obedece a práticas precisas, será possível, face à idade dos povoamentos e aos anos em que devem ser feitas as podas e desmatações, prever qual a evolução da produção de resíduos, qual a sua localização e quais as condições de utilizabilidade dos mesmos. No caso das produções agrícolas, dado que estas estão mais sujeitas à oscilação da actividade humana, este sistema permite a adequação das informações espaciais respeitantes às ocupações culturais, em tempo real, com a consequente actualização do potencial de resíduos.

Nesta abordagem, a avaliação do potencial para os dois tipos de actividade, agrícola e florestal, foi feita conjuntamente.

4.1.1 Biomassa Proveniente da Actividade Florestal

A área total dos solos ocupados por floresta, na região do Algarve, é de 108 924 ha. Destes, 97 529 ha dizem respeito a povoamentos (90%), 3 609 ha a áreas ardidas e 7 786 a outras áreas arborizadas, de acordo com o Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão (1995 - 1998) (6).

As áreas dos povoamentos florestais estão divididas por espécie de árvore, de acordo com o Quadro 3, onde o total corresponde à área dos povoamentos florestais por espécie de árvore dominante:

Quadro 3 - Áreas de povoamentos no Algarve (ha)

| Povoamentos | Puro | Dominante | Total | Área (%) | Dominado |
|------------------|---------------|---------------|---------------|------------|---------------|
| Pinheiro-bravo | 4 868 | 1 086 | 5 954 | 6 | 823 |
| Sobreiro | 29 298 | 10 565 | 39 863 | 41 | 6 463 |
| Eucalipto | 28 339 | 273 | 28 612 | 29 | 340 |
| Azinheira | 7 654 | 904 | 8 558 | 9 | 1 253 |
| Carvalho | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pinheiro-manso | 5 718 | 3 244 | 8 962 | 9 | 3 425 |
| Castanheiro | 203 | 0 | 203 | 0 | 0 |
| Outras folhosas | 3 601 | 1 776 | 5 377 | 6 | 5 544 |
| Outras resinosas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 79 681 | 17 848 | 97 529 | 100 | 17 848 |

Fonte: Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão (6)

Dado que existem limitações à mobilização total ou parcial de matos, tanto nas áreas protegidas (RNAP) como na Rede Natura 2000, as respectivas áreas ocupadas segundo a espécie de árvore dominante (indicadas nos Quadros 4 e 5) vão ter de ser descontadas aos valores globais, acima indicados, para efeitos de contabilização de biomassa disponível.

Quadro 4 - Áreas RNAP (ha)

| Povoamentos | Total | Área (%) |
|------------------|--------------|------------|
| Pinheiro-bravo | 1 234 | 42 |
| Sobreiro | 138 | 5 |
| Eucalipto | 827 | 28 |
| Azinheira | 133 | 4 |
| Carvalhos | 0 | 0 |
| Pinheiro-manso | 339 | 12 |
| Castanheiro | 0 | 0 |
| Outras folhosas | 274 | 9 |
| Outras resinosas | 0 | 0 |
| Total | 2 945 | 100 |

Fonte: Inventário Florestal Nacional- 3ª revisão (6)

Quadro 5 - Áreas Rede Natura 2000 (ha)

| Povoamentos | Total | Área (%) |
|------------------|---------------|------------|
| Pinheiro-bravo | 3 778 | 8 |
| Sobreiro | 21 245 | 42 |
| Eucalipto | 18 573 | 37 |
| Azinheira | 748 | 1 |
| Carvalho | 0 | 0 |
| Pinheiro-manso | 2 028 | 4 |
| Castanheiro | 203 | 0 |
| Outras folhosas | 3 818 | 8 |
| Outras resinosas | 0 | 0 |
| Total | 50 394 | 100 |

Fonte: Inventário Florestal Nacional- 3ª revisão (6)

Para a contabilização da biomassa florestal ficam apenas disponíveis as seguintes áreas de povoamentos florestais (Quadro 6):

Quadro 6 - Áreas disponíveis de povoamentos (ha)

| Povoamentos | Total | Área (%) |
|-------------------------|---------------|------------|
| Pinheiro-bravo | 942 | 2 |
| Sobreiro | 18 480 | 42 |
| Eucalipto | 9 212 | 21 |
| Azinheira | 7 677 | 17 |
| Carvalho | 0 | 0 |
| Pinheiro-manso | 6 595 | 15 |
| Castanheiro | 0 | 0 |
| Outras folhosas | 1 285 | 3 |
| <i>Outras resinosas</i> | 0 | 0 |
| Total | 44 190 | 100 |

Para o cálculo da quantidade de resíduos florestais provenientes de povoamentos, foram tidas em consideração as seguintes hipóteses:

Pinheiro

- Duas podas (uma aos 10 anos e a outra aos 15 anos) com uma produção de 12 000 kg de madeira/ha;
- Dois desbastes nas mesmas ocasiões, produzindo 5 200 kg de madeira/ha;
- Desramação natural no período seguinte, com uma produção de 20 000 kg de lenha/ha;
- O corte ocorre entre os 30 e os 40 anos.

O total obtido para os resíduos de biomassa proveniente do pinheiro é de 37,2 t/ha em 35 anos, ou seja, 1 060 kg/ha.ano.

Sobreiro

- Uma poda moderada em sobreiral pouco denso (70 árvores/ha) a cada 5 anos, produzindo 2 500 kg de lenha/ha;
- Desbaste de 1 árvore/ha.ano com produção de 850 kg de lenha;
- Ciclo de produção de 200 anos.

O total obtido para resíduos de biomassa proveniente do sobreiro é de 1 350 kg/ha.ano.

Eucalipto

- Uma selecção de varas após a primeira revolução, com uma produção de 14000 kg/ha.selecção.

O total obtido para a biomassa residual com origem em eucaliptos é de 875 kg/ha.ano.

Azinheira

- Uma poda a cada 20 anos com uma produção de 5 000 kg de lenha/ha;
- Desbaste de 0,2 árvores/ha.ano com uma produção de 225 kg/ha.ano.

O total obtido para a biomassa residual proveniente da azinheira é de 475 kg/ha.ano.

O potencial energético dos resíduos florestais calculados de acordo com os pressupostos atrás referidos apresenta-se no Quadro 7.

Quadro 7 - Potencial energético de resíduos de biomassa proveniente de povoamentos

| | Resíduos de biomassa (t) | Poder calorífico (kcal/kg) | Potencial energético (tep) |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Pinheiro | 7 989 | 4 000 | 3 196 |
| Sobreiro | 24 948 | 3 400 | 8 482 |
| Eucaliptos | 8 061 | 3 500 | 2 741 |
| Azinhaira | 3 647 | 3 400 | 1 240 |
| Total | 44 645 | | 15 659 |
| Total ($\eta=70\%$) | | | 10 961 |

De acordo com o Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão (6), existem em Portugal 2 054 571 ha de incultos dos quais 179 806 ha estão localizados na região do Algarve. Para a contabilização da quantidade de matos disponíveis na área de incultos, é necessário que se desconte a este último valor, os seguintes quantitativos:

- 15 000 ha de áreas de matos em que tanto a RNAP como a Rede Natura 2000 impõem restrições à mobilização total ou parcial de matos.
- 70 000 ha de áreas com riscos de desertificação, que necessitam de soluções para conservação dos solos e das águas, o que limita muito a utilização da produção lenhosa.

Obtém-se, assim, um valor próximo de 95 000 ha de incultos, com possibilidade de recolha de matos. No entanto, pode ainda adicionar-se cerca de 8 000 ha com outras áreas arborizadas, que não povoamentos. A estes 103 000 ha de incultos vai corresponder segundo as conclusões publicadas pelo Fórum de Energias Renováveis, realizado em 2001 (7), uma produção de matos de 412 000 t/ano, que representam uma disponibilidade em biomassa florestal de cerca de 50 000 t/ano.

Considerando um poder calorífico de 14 MJ/kg para os matos provenientes de incultos e uma eficiência de transformação média, em torno de 70%, obtém-se um potencial energético anual referente a esta biomassa de **11 703 tep**.

Ainda de acordo com o Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão existem no Algarve 3 609 ha de áreas ardidas em povoamentos. No seguimento das conclusões publicadas pelo Fórum Energias Renováveis (7), da limpeza destas áreas ardidas poderão estar disponíveis cerca de

18 200 t/ano de resíduos. Considerando um poder calorífico de cerca de 20 MJ/kg para a biomassa proveniente de áreas ardidas e uma eficiência média de transformação de 70%, obtém-se para potencial energético anual em termos de energia final, o valor de **6 087 tep**.

O potencial energético relativo aos resíduos globais de biomassa florestal é apresentado no Quadro 8.a. Contudo, a disponibilidade total apresentada no que diz respeito a incêndios, apenas entra em conta com as áreas ardidas em povoamentos e tem por base o Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão (1995 - 1998) (6).

Quadro 8.a - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal

| | Resíduos de biomassa (t) | Potencial energético (tep) |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Povoamentos | 44 645 | 15 659 |
| Matos | 50 000 | 16 720 |
| Áreas ardidas | 18 200 | 8 695 |
| Total | 112 845 | 41 074 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 28 752 |

Para traçarmos um cenário mais recente vamos utilizar os valores fornecidos pela Direcção Geral das Florestas - Incêndios Florestais, relativos ao ano de 2003 (26) e que dizem respeito a matos e povoamentos.

No ano de 2003 os incêndios consumiram a nível nacional, uma área total de 423 949 ha, dos quais 280 746 ha correspondem a povoamentos e 143 203 ha a matos. Na região do Algarve foram consumidos 59 090 ha (14 % do valor total), correspondendo 31 826 ha a povoamentos e 27 264 ha a matos.

A nível nacional verificaram-se 85 incêndios com área igual ou superior a 500 ha, tendo sido responsáveis por 86% (365 676 ha) da área total ardida. Na região do Algarve ocorreram 5 incêndios desta dimensão, que consumiram uma área de 56 177 ha, representando 95% da área ardida nesta região e 13% do total nacional. No entanto, a quase totalidade desta área foi consumida em apenas dois grandes incêndios com áreas semelhantes: o primeiro ocorreu no concelho de Portimão com início a 7 de Agosto e o segundo nos concelhos de Monchique, Silves e Aljezur, com início a 10 de Setembro.

Descontando ao valor total de povoamentos e matos o que ardeu em incêndios no ano de 2003, ficamos com um valor aproximado de 69 000 ha de povoamentos e 76 000 ha de matos, para uma área ardida aproximada de 59 000 ha.

Com base nas conclusões publicadas pelo Fórum Energias Renováveis (7), da limpeza destas áreas ardidas estão disponíveis 160 525 t de resíduos provenientes de povoamentos, que para uma eficiência média de transformação de 70%, equivale a um potencial energético de **53 676 tep** para o ano de 2003.

Utilizando a mesma relação para o cálculo dos resíduos de biomassa, obtemos os seguintes valores:

Quadro 8.b - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal (áreas ardidas: ano 2003)

| | Resíduos de biomassa (t) | Potencial energético (tep) |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Povoamentos | 30 596 | 10 730 |
| Matos | 36 740 | 12 290 |
| Áreas ardidas | 160 525 | 76 680 |
| Total | 227 861 | 99 700 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 69 790 |

Todavia é necessário ter em consideração que 2003 foi um ano excepcionalmente devastador em termos de incêndios, tendo quadruplicado a área ardida nacional em relação à média dos 10 anos anteriores.

Neste sentido, um valor indicativo mais correcto para o cálculo do potencial energético disponível será calculado com base no intervalo de tempo entre 1993 e 2002, uma vez que os valores de área ardida são mais condizentes com a realidade.

Com base no relatório da Direcção Geral das Florestas - Incêndios Florestais (26) arderam neste intervalo de tempo de 10 anos 104 116 ha, que correspondem pelas conclusões do Fórum Energias Renováveis (7) e aplicando uma eficiência média de transformação de 70%, a um potencial energético de **24 583 tep**.

Quadro 8.c - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal (áreas ardidas: anos 1993-2002)

| | Resíduos de biomassa (t) | Potencial energético (tep) |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Povoamentos | 41 133 | 14 427 |
| Matos | 46 685 | 15 614 |
| Áreas ardidas | 73 517 | 35 118 |
| Total | 161 335 | 65 159 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 45 611 |

Como seria de esperar os três cenários traçados anteriormente são bastante dispares em termos de resultados. Enquanto no primeiro caso o potencial global obtido é de **28 752 tep**, no segundo aumentou para **69 790 tep** e no último caso é de **45 611 tep**.

Estes valores revelam estar fortemente dependentes das áreas ardidas em cada um dos casos, aumentando directamente com o aumento das áreas ardidas, o que é facilmente explicado pelo aumento das disponibilidades de biomassa nos povoamentos após os incêndios.

Destes valores o mais credível parece ser o último (**45 611 tep**) pois trata-se de um valor baseado num intervalo de tempo relativamente grande (10 anos) e entra em conta com os incêndios tanto em povoamentos como em matos.

Como complemento aos resultados anteriores é ainda possível apresentar para os povoamentos, os dados relativos aos vários concelhos da região do Algarve, com a ressalva de que estes valores não foram corrigidos com as áreas Rede Natura 2000 e RNAP.

Quadro 8.d - Percentagem de ocupação para as espécies florestais consideradas por concelho (DGRF Algarve).

| Concelho | Espécie Florestal | | | |
|-----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| | Azinheira | Eucalipto | Pinheiro | Sobreiro |
| Albufeira | 0,00 | 0,00 | 0,62 | 0,00 |
| Alcoutim | 39,97 | 0,13 | 12,65 | 0,65 |
| Aljezur | 0,00 | 21,70 | 14,95 | 3,67 |
| Castro Marim | 24,43 | 0,04 | 7,90 | 0,44 |
| Faro | 0,11 | 0,00 | 1,50 | 0,01 |
| Lagoa | 0,00 | 0,00 | 0,34 | 0,45 |
| Lagos | 0,00 | 5,25 | 6,72 | 3,13 |
| Loulé | 18,96 | 0,86 | 12,04 | 26,06 |
| Monchique | 0,00 | 54,80 | 9,27 | 12,53 |
| Olhão | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 |
| Portimão | 0,00 | 5,78 | 2,20 | 0,53 |
| S. Brás de Alportel | 2,13 | 0,13 | 3,38 | 19,48 |
| Silves | 4,62 | 8,93 | 7,35 | 21,77 |
| Tavira | 8,10 | 0,62 | 13,35 | 10,04 |
| Vila do Bispo | 0,00 | 1,75 | 3,61 | 1,07 |
| Vila Real Sto António | 1,67 | 0,00 | 3,92 | 0,16 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Quadro 8.e - Potencial energético de resíduos de biomassa proveniente de povoamentos para as espécies florestais consideradas por concelho (valor não corrigido com Rede Natura e RNAP.

| Concelho | Resíduos de biomassa (t) | Potencial energético (tep) |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Albufeira | 98 | 39 |
| Alcoutim | 4007 | 1482 |
| Aljezur | 9774 | 3465 |
| Castro Marim | 2491 | 922 |
| Faro | 246 | 98 |
| Lagoa | 298 | 105 |
| Lagos | 4061 | 1445 |
| Loulé | 16915 | 5865 |
| Monchique | 21930 | 7545 |
| Olhão | 32 | 13 |
| Portimão | 2080 | 728 |
| S. Brás de Alportel | 11134 | 3817 |
| Silves | 15302 | 5272 |
| Tavira | 7998 | 2846 |
| Vila do Bispo | 1582 | 572 |
| Vila Real Sto António | 778 | 302 |
| Total | 98727 | 34517 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 24162 |

Os valores apresentados no Quadro 8.e, relativos ao potencial energético proveniente dos resíduos de biomassa, permitem observar uma distribuição bastante heterogénea por concelho e ao mesmo tempo verificar que os concelhos dominantes são Monchique, Loulé e Silves. Também Aljezur e S. Brás de Alportel apresentam contribuições significativas para o potencial global. Este conjunto de 6 concelhos, representam cerca de 83% do total resíduos de biomassa florestal, proveniente de povoamentos, na região do Algarve.

4.1.2 Biomassa proveniente da actividade agrícola

Da mesma forma que os resíduos florestais referidos anteriormente, e até de forma mais relevante, um factor determinante para a viabilidade da recolha dos resíduos agrícolas e posterior utilização, é o grau de dispersão do cultivo pela região. Outros factores de análise a ter em consideração são os seguintes:

- A relação superfície cultivada / quantidade de resíduo produzido.

- A percentagem de superfície de um concelho ocupada com determinada cultura agrícola, relativamente à área total do concelho.
- A produção média anual de uma dada cultura no concelho seja caracterizada durante um período de tempo suficiente para que o valor médio esteja estabilizado.

De acordo com as últimas estatísticas publicadas, a utilização do solo do Algarve com culturas temporárias e com culturas permanentes é a que se apresenta nos Quadros 9 e 10.

Quadro 9 - Utilização do solo com culturas temporárias no Algarve, em 2001

| Culturas | Superfície cultivada (ha) | Produção (t) | Produtividade (t/ha) |
|--------------|---------------------------|--------------|----------------------|
| Cereais | 7 500 | 12 910 | 1,7 |
| Trigo | 2 463 | 2 951 | 1,2 |
| Milho | 1 239 | 7 191 | 5,8 |
| Aveia | 2 606 | 1 642 | 0,6 |
| Centeio | 37 | 16 | 0,4 |
| Cevada | 1 155 | 1 110 | 1,0 |
| Outras | 1 506 | 15 842 | 10,5 |
| Batata | 944 | 14 469 | 15,3 |
| Feijão | 215 | 128 | 0,6 |
| Grão de bico | 131 | 79 | 0,6 |
| Arroz | 216 | 1 166 | 5,4 |

Fonte: INE - 2001 (8)

Quadro 10 - Utilização do solo com culturas permanentes no Algarve, em 2001

| Culturas | Superfície cultivada (ha) | Produção (t) | Produtividade (t/ha) |
|----------------------|---------------------------|--------------|----------------------|
| Total citrinos | 18 848 | 199 554 | 10,6 |
| Laranja | 13 371 | 142 000 | 10,6 |
| Tangerina | 4 097 | 40 970 | 10,0 |
| Limão | 385 | 5 242 | 13,6 |
| Tânger | 294 | 2 940 | 10,0 |
| Frutos frescos | 3 987 | 9 753 | 2,4 |
| Maçã | 32 | 175 | 5,5 |
| Pêra | 117 | 590 | 5,0 |
| Figo | 3 000 | 2 040 | 0,7 |
| Pêssego | 551 | 2 851 | 5,2 |
| Cereja | 3 | 5 | 1,7 |
| Damasco | 198 | 1 512 | 7,6 |
| Diospiro | 86 | 2 580 | 30,0 |
| Total frutos secos | 13 647 | 3 477 | 0,3 |
| Amêndoa | 13 543 | 3 297 | 0,2 |
| Castanha | 28 | 28 | 1,0 |
| Noz | 76 | 152 | 2,0 |
| Outros | 6 137 | 7 982 | 1,3 |
| Azeitona de mesa | 355 | 466 | 1,3 |
| Azeitona para azeite | 5 782* | 7 516 | 1,3* |
| Uva de mesa | 1 645 | 21 386 | 13 |
| Uva para vinho | 2 193 | 28 509* | 13* |

Fonte: INE - 2001 (8)

*admitiu-se na azeitona para azeite uma produtividade igual à da azeitona de mesa e na uva para vinho uma produtividade igual à da uva de mesa.

Pela análise dos quadros acima, verifica-se que as produções agrícolas mais importantes do Algarve são os citrinos (com a laranja em grande maioria), a uva, a batata, os cereais (com o milho em maioria), a azeitona e os frutos frescos (com destaque para o pêssego, diospiro e figo).

As produções agrícolas têm uma localização geográfica relativamente delineada, com os cereais localizados na Serra e no Barrocal, os produtos hortícolas na proximidade de aglomerados populacionais e as fruteiras no Barrocal e no Litoral.

No Quadro 11, apresentam-se os valores dos poderes caloríficos de alguns resíduos agrícolas que poderão ser considerados com potencial de utilização na produção de energia.

Quadro 11 - Poder calorífico de resíduos agrícolas

| Resíduo | kJ/kg |
|--|--------|
| Palha de cereais* | 17 522 |
| Palha de trigo | 17 112 |
| Palha de cevada | 16 144 |
| Palha de aveia | 16 550 |
| “Carolo” de milho | 16 295 |
| Cana de milho | 15 813 |
| Cana de girassol | 13 089 |
| Podas de fruteiras (frutos frescos e citrinos) | 14 654 |
| Podas de fruteiras (frutos secos e secados) | 14 654 |
| Podas de amendoeira* | 18 003 |
| Podas de oliveira | 18 117 |
| Sarmentos de videira* | 17 794 |

Fonte: Ramirez, 1985 (9) - Rojas et al, 1982 (10)

*em base seca

A estimativa das quantidades de resíduos produzidos pelas diferentes culturas é apresentada no Quadro 12 e é pouco rigorosa, tendo em conta a ausência de dados referentes a este assunto. Seguindo o critério apresentado no relatório “ Sistema de Resíduos Sólidos da Região do Algarve - CCRAlg, 1992” (11), vão ser utilizados dois níveis de rigor no cálculo destes resíduos: para as culturas temporárias os dados obtidos têm um rigor médio, enquanto para as culturas permanentes têm um rigor baixo.

Neste último caso, assumiram-se os seguintes pressupostos:

- existem 100 árvores/ha e efectua-se anualmente por árvore 0,6 kg de podas para as fruteiras de frutos frescos, 0,3 kg de podas para os citrinos, 0,4 kg de podas para as fruteiras de frutos secos e secados.
- existem 2500 videiras/ha e realizam-se 0,35 kg de podas/videira anualmente.

- existem 50 árvores/ha e efectua-se 6 kg de podas /árvore anualmente (40 kg de podas se as árvores forem podadas a cada 6 ou a cada 7 anos).

Apesar de não existirem dados no INE sobre as culturas de alfarrobeira e medronheiro optou-se por integrar estas duas espécies no relatório devido à sua importância estratégica para a região do Algarve.

Os dados relativos às ocupações foram fornecidos pela DGRF Algarve que se baseou no Inventário Florestal do Algarve, realizado no âmbito do programa AGRO e foram conseguidos através de fotointerpretação sobre ortofotomapas de 1995. As ocupações totais são de 10 453 ha para o medronheiro e 4 186 ha para a alfarrobeira.

Também para este caso se partiu do pressuposto que existem 100 árvores/ha e efectua-se anualmente por árvore 0,6 kg de podas para o medronheiro e 0,4 kg de podas para alfarrobeira. Considerou-se para o poder calorífico destas espécies um valor igual ao da oliveira.

Deste modo, as produções de resíduos com eventual interesse para produção de energia, são as que se indicam no quadro 12, em conjunto com o potencial energético que cada um representa.

Quadro 12 - Potencial energético dos resíduos das principais culturas do Algarve

| Resíduo | Produção (t) | Potencial energético (tep) |
|---|-----------------|-------------------------------|
| Palha de trigo | 4 427 | 1 809 |
| Palha de cevada | 1 665 | 642 |
| Palha de aveia | 1 478 | 584 |
| Palha e “carolo” de milho | 14 382 | 5 515 |
| Podas de fruteiras (frutos frescos) | 239 | 84 |
| Podas de citrinos | 565 | 198 |
| Podas de fruteiras (frutos secos e secados) | 546 | 191 |
| Podas de oliveira | 1 841 | 797 |
| Podas de videira | 3 646 | 1 550 |
| Podas de medronheiro | 627 | 271 |
| Podas de alfarrobeira | 167 | 72 |
| Total | 30 323 | 12 027 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 8 419 |

Considerando uma eficiência de conversão de 70% obtém-se um potencial global de **8 419 tep** para os resíduos das principais culturas algarvias. De salientar, que o valor apurado deve ser visto como indicativo, tendo em conta não só os erros associados ao seu cálculo, como também o facto deste tipo de resíduo poder encontrar-se bastante disperso tornando pouco atractiva a sua utilização energética, devido aos custos associados à sua recolha e transporte.

Aos resíduos agrícolas com potencial para serem utilizados na produção de energia, poderão ser aplicados distintos processos de conversão, em função das condições em que os mesmos se encontram. No caso dos resíduos agrícolas apresentarem um teor de humidade demasiado elevado, o processo de conversão mais adequado será a digestão anaeróbia, com a consequente produção de biogás, em alternativa aos processos de combustão.

4.2 Biomassa Florestal e Agrícola - 2ª Abordagem

Nesta segunda abordagem, para a elaboração do mapeamento deste potencial, foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica (SIG), como ferramenta com a possibilidade de integrar vários níveis de informação espacial num único modelo que pode ser actualizado instantaneamente, o que permite fazer uma gestão integrada do potencial de biomassa para a produção de energia em tempo útil.

Utilizou-se para isso a Cartografia Temática de Ocupação de Solo, da Direcção Regional de Agricultura do Algarve, fornecida pela AREAL. A cartografia base foi-nos fornecida já no formato de shapefile, georeferenciadas ao GCS_Datum_Lisboa_Hayford.

Para outros elementos de informação geográfica referentes à Região do Algarve foram utilizados os dados geográficos do "Atlas Digital do Ambiente - DGA", ou dados geográficos do IGeoE.

Os ficheiros com os dados sobre as áreas abrangidas pela Rede Natura 2000, ainda provisórias, foram obtidos no Instituto de Conservação da Natureza.

Na Cartografia Temática de Ocupação de Solo utilizaram-se, como não podia deixar de ser, quer a mesma legenda para todos os itens de Ocupação de Solo quer a mesma definição dos conceitos implícita nessa legenda. A definição da estratificação considerada consta das NORMAS DE FOTOINTERPRETAÇÃO PARA A REGIÃO DE INTERVENÇÃO DA DIRECÇÃO DE SERVIÇOS DE FLORESTAS DA DRAALG (ALGARVE) que foram elaboradas pelo Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, com base nas NORMAS DE ESTRATIFICAÇÃO E FOTOINTERPRETAÇÃO utilizadas no Inventário Florestal Nacional (IFN).

Neste caso foram delimitadas e classificadas todas as parcelas de terreno de área igual ou superior a 10 000 m² e de largura média igual ou superior a 15 metros.

Numa primeira fase deste trabalho tinha-se feito uma avaliação do potencial de resíduos provenientes da actividade agrícola e florestal, sem entrar em linha de conta com a existência das áreas afectas à Rede Natura 2000.

Numa segunda fase a avaliação do potencial de resíduos provenientes da actividade agrícola e florestal já foi feita entrando em linha de conta com a existência das áreas afectas à Rede Natura 2000, que foram descontadas às áreas globais consideradas para a avaliação da biomassa disponível, dado que existem limitações à mobilização de matos na Rede Natura 2000.

Nos dois mapas seguintes apresenta-se a distribuição do potencial energético resultante do conjunto de resíduos provenientes da exploração de povoamentos florestais, de culturas agrícolas, bem como da recolha de matos em incultos e em áreas ardidas, para a Região do Algarve. A primeira figura representa essa distribuição considerando toda a Região, isto é, sem que tenham sido descontadas as áreas pertencentes à Rede Natura 2000. A segunda figura apresenta a distribuição desse potencial energético, já sem serem consideradas as áreas afectas à Rede Natura 2000.

O potencial energético do conjunto de resíduos provenientes da exploração de povoamentos florestais, de culturas agrícolas, e da recolha de matos em incultos e em áreas ardidas, para a Região do Algarve, descontadas as áreas pertencentes à Rede Natura, é de **106 951 tep/ano**.

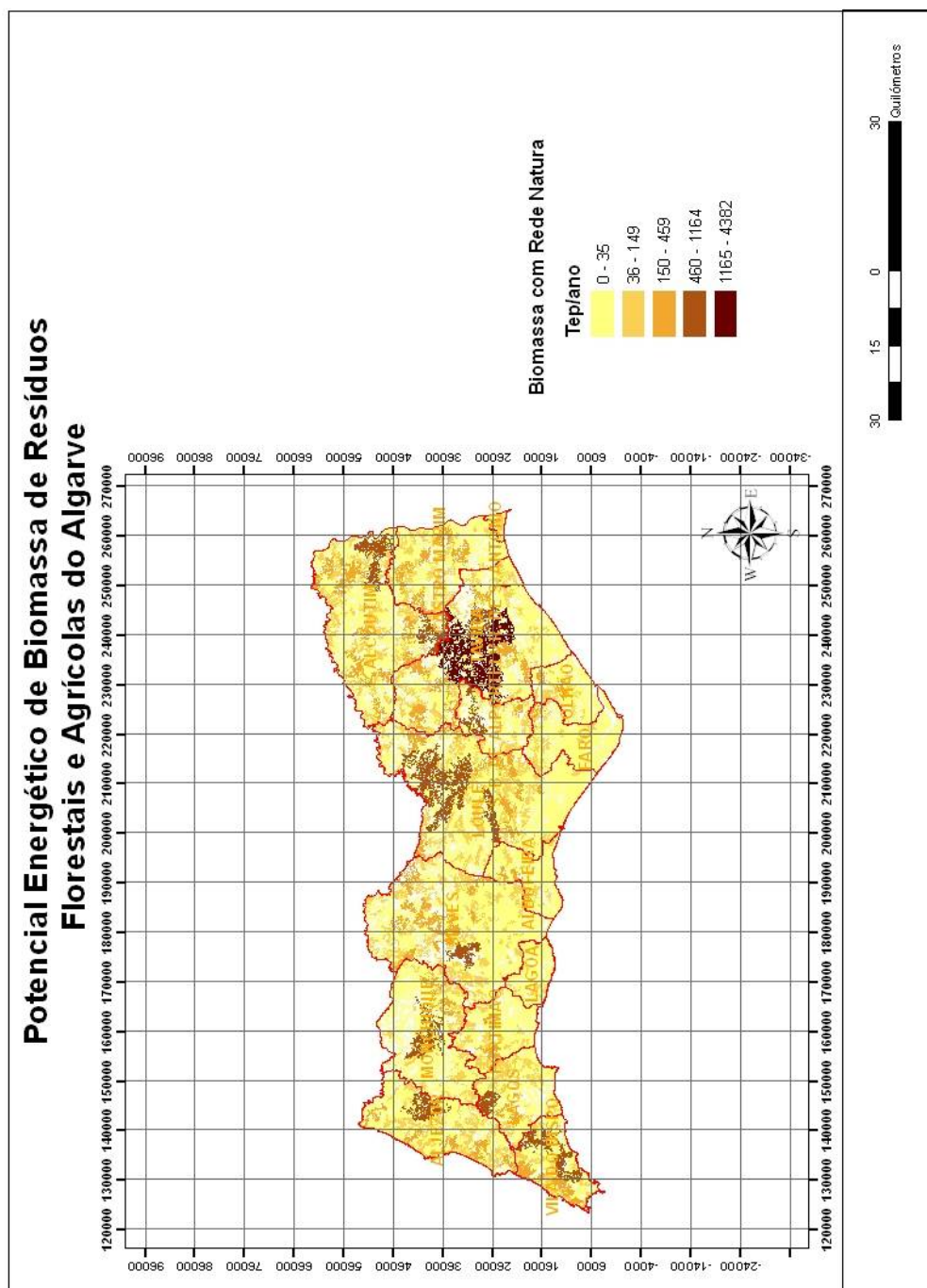
Este valor, obtido com a avaliação das áreas de coberto florestal e agrícola feito através de um sistema de informação geográfica, é cerca do dobro do valor que se obteve quando essas áreas foram calculadas com base nos dados do IFN, tal como foi efectuado na primeira abordagem utilizada para o cálculo desse potencial energético.

Com efeito, se considerarmos o valor de 45 611 tep para o potencial energético dos resíduos de biomassa florestal como o mais credível dos resultados obtidos por este processo e se consideramos para o potencial energético agrícola o valor de 8 419 tep, apenas chegamos a um valor de **54 030 tep**.

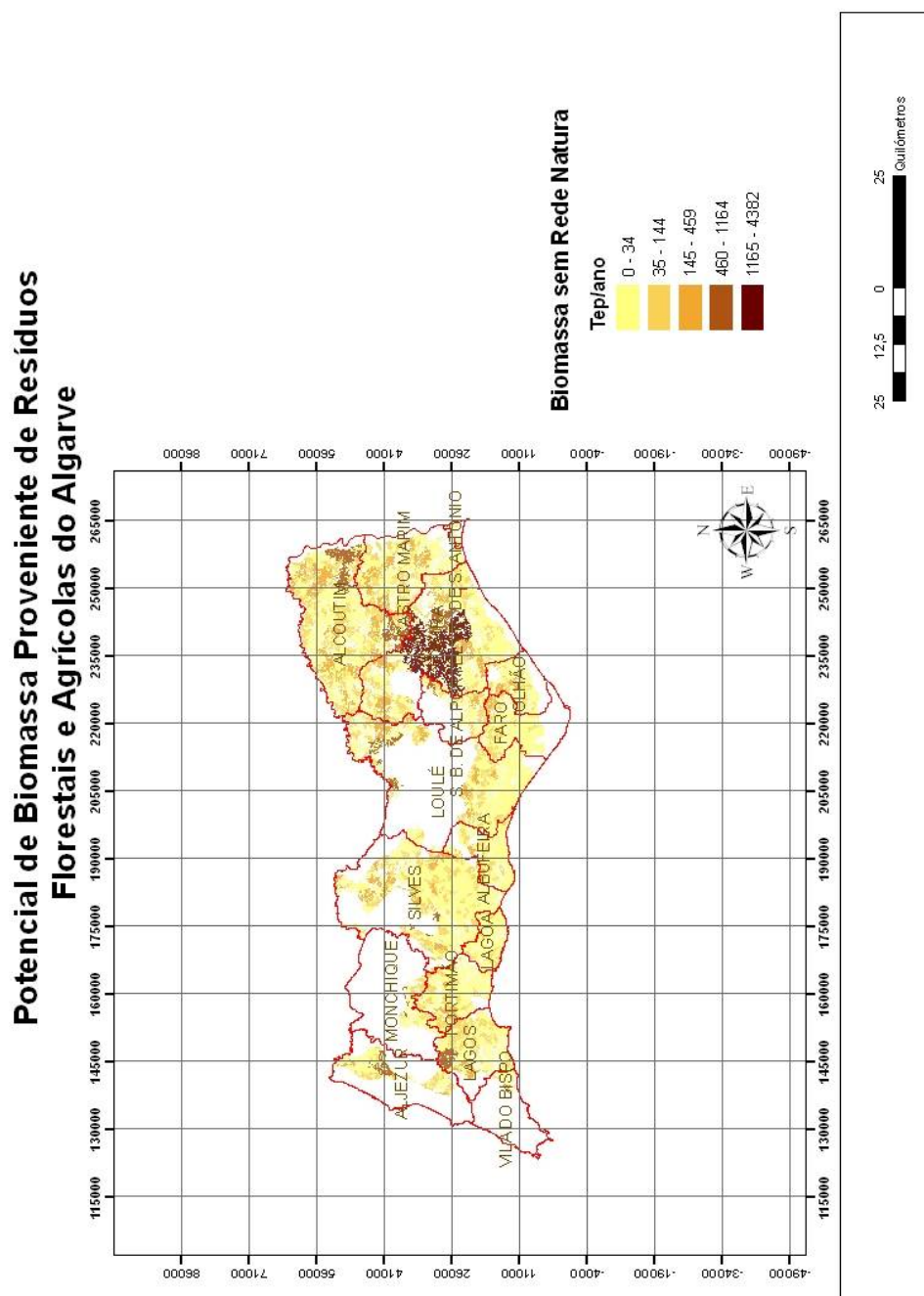
O facto do sistema de informação geográfica permitir considerar parcelas de reduzidas dimensões poderá justificar esta diferença pois permite contabilizar áreas de coberto vegetal que com outro método dificilmente podem ser consideradas.

A distribuição deste potencial pelos vários concelhos da Região do Algarve será considerada no último ponto deste relatório.

Mapa 1 - Distribuição do potencial energético dos resíduos florestais e agrícolas na Região do Algarve incluindo as áreas pertencentes à Rede Natura 2000.



Mapa 2 - Distribuição do potencial energético dos resíduos florestais e agrícolas na Região do Algarve excluindo as áreas pertencentes à Rede Natura 2000



4.3 Resíduos sólidos urbanos

Até há pouco tempo, o método para destino final dos resíduos sólidos urbanos (RSU's) da região do Algarve, à semelhança do que acontecia no resto do país, recorria à utilização de lixeiras. Era um processo de fácil utilização e económico: os RSU's eram descarregados em locais mais ou menos ermos, de preferência cavidades naturais, onde ficavam simplesmente abandonados. Só as emanações de maus cheiros, ou eventuais incêndios ou explosões devido a auto-ignição, nos faziam lembrar a sua existência.

Por imposição de legislação ambiental, as lixeiras existentes no nosso país foram seladas há poucos anos, tendo sido substituídas por uma rede de aterros sanitários, na maioria de âmbito multimunicipal, onde os RSU's são descarregados em camadas que alternam com camadas de terras com capacidade impermeabilizante, melhorando substancialmente a situação ambiental. Deste modo é impedida a percolação de águas pluviais através dos RSU's, com eventual perigo de contaminação de águas subterrâneas com os lixiviados altamente poluentes formados no aterro e é evitada a libertação descontrolada do biogás que se forma a partir da decomposição da matéria orgânica, por meio da instalação de sistemas de recolha do gás.

O biogás produzido no aterro é conduzido para uma tocha de queima ou para um sistema de queima com aproveitamento energético, no caso dos aterros de maiores dimensões. Deste modo é evitada a descarga para a atmosfera de quantidades apreciáveis de metano, gás com um efeito de estufa apreciavelmente superior ao produzido pelo dióxido de carbono proveniente da queima - 1kg de metano é equivalente a 21 kg de dióxido de carbono, em termos de efeito de estufa.

Com a captação e queima controlada do biogás, com ou sem valorização energética, evita-se ainda o perigo de incêndios e explosões devido a acumulações de biogás em locais por vezes insuspeitos por estarem afastados do aterro, originadas por migrações subterrâneas do biogás.

Na região do Algarve, o sistema de resíduos sólidos passou a ser constituído por dois subsistemas multimunicipais, Barlavento e Sotavento, explorados e geridos pela ALGAR - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. (Figura 6).

O Subsistema do Barlavento compreende o Aterro Sanitário Multimunicipal do Barlavento e quatro Estações de Transferência (ET), localizadas em Rogil (Aljezur), Vila do Bispo, Paul (Lagos) e Patã de Cima (Albufeira) e que se destinam à recolha intermédia e compactação dos resíduos, antes de serem enviados para o aterro. O aterro sanitário, com uma previsão de

vida útil de 24 anos, está localizado em Porto de Lagos, Portimão e serve os concelhos de Albufeira, Aljezur, Lagoa, Lagos, Monchique, Portimão, Silves e Vila do Bispo.

O Subsistema do Sotavento compreende um aterro sanitário com uma previsão de vida útil também de 24 anos, localizado em Barranco do Velho (Loulé), serve os concelhos de Castro Marim, Faro, Loulé, Olhão, São Brás de Alportel, Tavira e Vila Real de Santo António.

Este sistema, criado em 1995 para o adequado tratamento dos resíduos sólidos em substituição das lixeiras existentes, inclui as estações de triagem, as unidades complementares de tratamento e as estações de transferência que viabilizarão o transporte dos resíduos sólidos urbanos dos municípios mais afastados para o aterro (12).

Em complemento, existe ainda uma recolha selectiva de materiais (vidro, embalagens, papel e cartão) através de ecopontos e ecocentros distribuídos pelos principais centros urbanos. Estes materiais recicláveis são enviados para duas estações de triagem: uma no Aterro Sanitário Multimunicipal do Barlavento e a outra em S. João da Venda, Loulé.

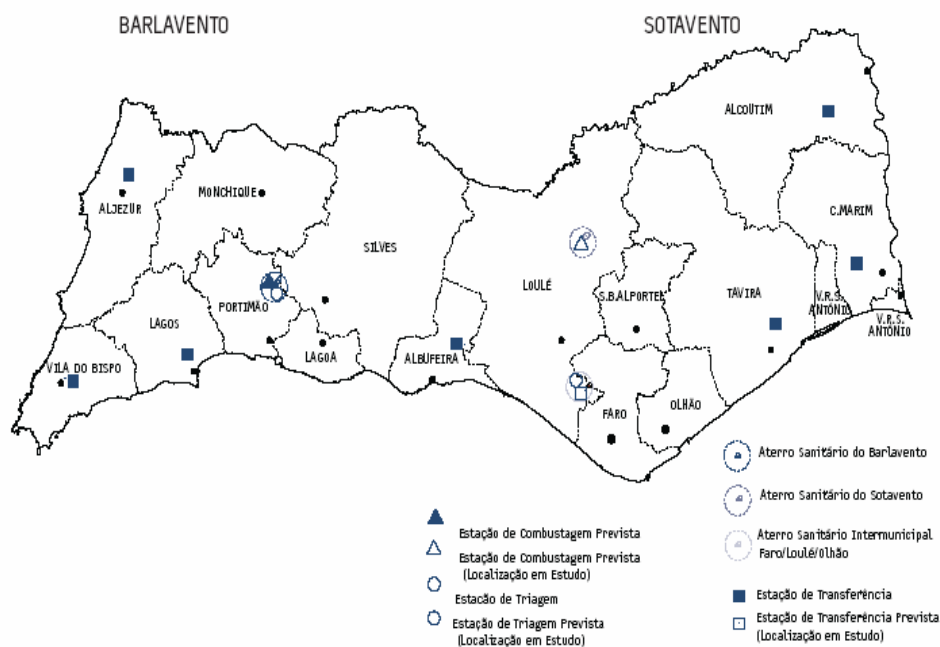


Figura 6 - Localização dos Aterros Sanitários Multimunicipais e das Estações de Triagem e de Transferência da Região Algarvia

Com excepção dos resíduos recicláveis provenientes da recolha selectiva e dos chamados monstros, todos os restantes resíduos urbanos são actualmente depositados nestes dois aterros sanitários. Desta forma, existem neste momento quantidades apreciáveis de resíduos com elevado potencial energético já depositados nos dois subsistemas, que devem ser contabilizados e aproveitados de acordo com o processo mais adequado às características físico-químicas dos diversos materiais que os compõem.

Por um lado, devem ser tidos em conta os resíduos putrescíveis, ricos em matéria orgânica facilmente digerida nos aterros, por digestão anaeróbia, com consequente produção de biogás - combustível gasoso que pode ser usado para produção de energia térmica e/ou eléctrica. Por outro lado, devem ser considerados os resíduos de papel, cartão, têxteis, plásticos e outros resíduos combustíveis não especificados, susceptíveis de conversão energética por processos de combustão, cujo potencial energético tem de ser contabilizado através de parâmetros distintos dos anteriores.

Refira-se mais uma vez que, de acordo com a Directiva comunitária 1999/31/CE, de 26 de Abril, transposta para a legislação portuguesa no Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio, é definida uma estratégia de redução da matéria orgânica nos RSU's a depositar em aterro que obriga, até Janeiro de 2006, a uma primeira redução, em peso, para o equivalente a 75% da quantidade total dos resíduos orgânicos biodegradáveis produzidos em 1995. A Directiva obriga a que a redução corresponda à deposição de apenas o equivalente a 50% em Janeiro de 2009 e a 35% em Janeiro de 2016. Desta forma, de acordo com esta legislação, o potencial energético dos lixos depositados em aterro, por tonelada de resíduos depositados, passará a ser bastante inferior ao actual.

Como alternativa futura, além de se continuar a explorar o biogás produzido pela matéria orgânica depositada e a depositar nos aterros, deverá ser considerada uma opção alternativa de destino final da fracção orgânica separada (12).

O potencial energético desta matéria orgânica dos RSU's pode ser estimado considerando a digestão anaeróbia como um tratamento integrado no processo global de tratamento e destino final desta matéria.

Segundo os dados disponibilizados pelo INE para o ano de 2001 (13), foram recolhidas, nos Subsistemas do Barlavento e do Sotavento, as quantidades de RSU's referidas no Quadro 13.

O total de RSU's recolhidos no Algarve no ano de 2000 foi de 281 208 toneladas. Deste total, apenas 6 382 toneladas foram provenientes de recolha selectiva. No ano de 2001 o total de RSU's aumentou cerca de 5 % para 294 853 t, enquanto os provenientes de recolha selectiva aumentaram 85 % para 11 823 t, traduzindo-se este valor no maior aumento a nível nacional.

Quadro 13 - Total de RSU's recolhidos por concelhos, nos dois Subsistemas Multimunicipais, em 2001

| Subsistema | CONCELHOS | Total de RSU recolhidos (t) | (%) |
|------------|---|-----------------------------|-------------|
| Barlavento | Albufeira | 40 205 | 13,6 |
| | Aljezur | 2 609 | 0,9 |
| | Lagoa | 16 744 | 5,7 |
| | Lagos | 20 148 | 6,8 |
| | Monchique | 2 679 | 0,9 |
| | Portimão | 40 939 | 13,9 |
| | Silves | 18 116 | 6,1 |
| | Vila do Bispo | 4 164 | 1,4 |
| | Total do Barlavento | 145 604 | 49,4 |
| | Total do Barlavento (recolha indiferenciada) | 139 693 | |
| Sotavento | Alcoutim | 1 101 | 0,4 |
| | Castro Marim | 4 629 | 1,6 |
| | Faro | 32 724 | 11,1 |
| | Loulé | 59 294 | 20,1 |
| | Olhão | 20 377 | 6,9 |
| | São Brás de Alportel | 4 236 | 1,4 |
| | Tavira | 14 245 | 4,8 |
| | Vila Real Stº António | 1 2643 | 4,3 |
| | Total do Sotavento | 149 249 | 50,6 |
| | Total do Sotavento (recolha indiferenciada) | 143 338 | |
| | Total do Algarve | 294 853 | 100 |
| | Total do Algarve (recolha indiferenciada) | 283 031 | |

Fonte: INE - 2001 (13)

Considerando que todos os RSU's provenientes da recolha selectiva têm como destino a reciclagem, obtém-se uma disponibilidade final para a região do Algarve de 283 031 t.

Como não estão disponíveis dados individualizados de quantidades de RSU's obtidos por recolha selectiva para os dois subsistemas, assumiu-se uma distribuição pelo Barlavento e

pelo Sotavento com base na percentagem obtida para a quantidade total, obtendo-se para o primeiro sub-sistema 139 693 t e para o segundo 143 338 t de RSU's produzidos em 2001.

Os RSU's produzidos nos concelhos de Loulé, Portimão, Albufeira e Faro representam quase 60% da quantidade total produzida na região, enquanto que os concelhos de Alcoutim, Aljezur, Monchique, Vila do Bispo, São Brás de Alportel e Castro Marim representam menos de 6% da quantidade total.

A quantidade de resíduos sólidos urbanos depositados no Algarve evidencia uma tendência crescente. Entre 1998 e 2001 no subsistema do Barlavento houve um aumento médio anual de 9%. No subsistema do Sotavento entre o ano de 2001 e 2003 o crescimento médio anual foi de 9,9%. No entanto, estas percentagens têm vindo a diminuir ligeiramente ao longo dos últimos anos, provavelmente em resultado do aumento significativo da recolha selectiva.

No Quadro 14 é apresentada a evolução mensal dos RSU's depositados nos subsistemas do Barlavento e do Sotavento, durante o ano de 2001. Como seria de esperar a quantidade de RSU's produzida está directamente ligada ao fluxo turístico da região, denotando um aumento considerável no período de Junho a Outubro. Porém, comparativamente à média nacional, os valores globais de resíduos sólidos urbanos produzidos per capita, na região do Algarve, são inferiores.

Quadro 14 - Evolução dos RSU's depositados nos dois subsistemas, mensalmente, em 2001

| | Barlavento (%) | Sotavento(%) |
|------------------|----------------|--------------|
| Janeiro | 6,34 | 3,99 |
| Fevereiro | 5,85 | 3,41 |
| Março | 7,07 | 4,06 |
| Abril | 7,64 | 4,30 |
| Maio | 7,99 | 6,44 |
| Junho | 8,94 | 10,65 |
| Julho | 10,94 | 12,38 |
| Agosto | 13,18 | 14,55 |
| Setembro | 9,58 | 9,58 |
| Outubro | 8,60 | 10,69 |
| Novembro | 6,60 | 9,38 |
| Dezembro | 7,27 | 10,57 |

Barlavento: SISAQUA - relatório anual de 2001 (14);

Sotavento: ALGAR, S.A.- ano 2001 (15).

4.3.1 Caracterização dos resíduos sólidos urbanos

Como já foi referido nos relatórios de progresso anteriores, a metodologia utilizada na amostragem e caracterização de resíduos sólidos urbanos é designada por MODECOM (Mode de Caractérisation des Ordures Ménagères).

Esta metodologia consiste numa amostragem por selecção aleatória das viaturas de recolha e a caracterização dos resíduos em categorias e subcategorias. De acordo com os relatórios consultados (14-16), a amostragem foi efectuada seguindo as recomendações da ERRA (European Recovery and Recycling Association) que aconselha um intervalo de seis meses, entre amostragens. Em cada subsistema e por cada semana de amostragem foram efectuadas doze amostras, perfazendo noventa e seis amostras para a caracterização do sistema multimunicipal do Algarve.

Para o cálculo das disponibilidades energéticas, não foram tidos em conta os RSU's provenientes da recolha selectiva, por se considerar que existe uma reciclagem total dos mesmos.

4.3.1.1 Aterro do Subsistema do Sotavento

O início de exploração deste aterro verificou-se em Junho de 2 000 (15).

O aterro é constituído por duas células de deposição com as seguintes características:

Volume inicial de deposição do aterro:

Célula A - 899 996 m³

Célula B - 909 074 m³

Total - 1 809 070 m³

Numa segunda fase está prevista a construção de mais duas células:

Células C e D - num total de 2 190 000 m³

A deposição começou a ser feita na célula A. A superfície média ocupada pelos resíduos nesta célula é igual a 35 790 m².

No Quadro 15, apresenta-se a composição física média (percentagem em peso de cada categoria) dos RSU's recolhidos indiferenciadamente entre 5 e 17 de Maio e entre 29 de Setembro e 11 de Outubro de 2003 e o total de resíduos recolhidos em 2003.

Verifica-se uma predominância de *Resíduos Putrescíveis* (constituídos principalmente por resíduos alimentares) com um valor de cerca de 30%, dos quais 26,30% são resíduos alimentares e 3,6% resíduos de jardim. Seguem-se as fracções *Papéis* e *Elementos Finos* com cerca de 14% e 13%, respectivamente (15). Estes valores mostram que os resíduos depositados têm uma composição em matéria orgânica que, em condições anaeróbias, constitui um potencial energético apreciável em termos de produção de biogás.

Quadro 15 - Caracterização física dos RSU's recolhidos indiferenciadamente no Subsistema do Sotavento, em 2003

| | % em peso | t |
|---|--------------|------------------|
| RESÍDUOS PUTRESCÍVEIS | 29,90 | 42 857,91 |
| Resíduos alimentares | 26,30 | |
| Resíduos jardim | 3,60 | |
| PAPÉIS | 13,91 | 19 938,25 |
| Embalagens de papel | 0,83 | |
| Jornais, revistas e folhetos | 5,63 | |
| Papéis de escritório | 0,81 | |
| Outros papéis | 6,64 | |
| CARTÕES | 7,69 | 11 022,65 |
| Embalagens de cartão | 6,84 | |
| Outros cartões | 0,85 | |
| COMPÓSITOS | 2,14 | 3 067,42 |
| Embalagens compósitas de cartão | 1,12 | |
| Outras embalagens compósitas | 0,26 | |
| Outros compósitos (não embalagem) | 0,76 | |
| TÊXTEIS | 4,30 | 6 163,51 |
| TÊXTEIS SANITÁRIOS | 4,15 | 5 948,51 |
| PLÁSTICOS | 11,19 | 16 039,47 |
| Filmes | 6,78 | |
| Garrafas e frascos | 1,90 | |
| Outras embalagens plásticas | 1,36 | |
| Outros plásticos | 1,15 | |
| COMBUSTÍVEIS NÃO ESPECIFICADOS | 2,07 | 2 967,09 |
| Embalagens combustíveis não especificados | 0,24 | |
| Outros combustíveis não especificados | 1,83 | |

| | | |
|---|---------------|------------------|
| VIDRO | 6,58 | 9 431,61 |
| Embalagens de vidro | 6,33 | |
| Outro vidro (não embalagem) | 0,25 | |
| METAIS | 2,58 | 3 698,11 |
| Embalagens ferrosas | 1,56 | |
| Embalagens não ferrosos | 0,43 | |
| Outros ferrosos | 0,41 | |
| Outros não ferrosos | 0,18 | |
| INCOMBUSTÍVEIS NÃO ESPECIFICADOS | 1,69 | 2 422,40 |
| Embalagens incombustíveis não especificados | 0,00 | |
| Outros incombustíveis não especificados | 1,69 | |
| RESÍDUOS DOMÉSTICOS ESPECIAIS | 0,75 | 1 075,03 |
| Embalagens | 0,57 | |
| Pilhas e acumuladores | 0,06 | |
| Outros resíduos domésticos especiais | 0,12 | |
| ELEMENTOS FINOS (<20mm) | 13,05 | 18 705,54 |
| TOTAL | 100,00 | 143 337,5 |
| TOTAL EMBALAGENS | 28,22 | |

Até 19 de Dezembro de 2003, houve uma deposição de 446 097 m³ de RSU's, correspondentes a uma massa aproximada de 471 048 t. Este valor revela um bom índice de compactação, de cerca de 1,056 t/m³.

À taxa de cerca de 9% ao ano de aumento de deposição que se tem verificado e a partir do total de resíduos recolhidos em 2003, pode estimar-se um total de resíduos depositados até Dezembro de 2004 de cerca de 630 000 t, que corresponde a um volume de cerca de 600 000 m³, considerando a taxa de compactação verificada e referida anteriormente (0,947 m³/t).

Pode estimar-se a altura dos resíduos na célula A no final do ano de 2004:

$$600\,000 / 35\,790 = 16,8 \text{ m}$$

Considerando que a célula tem ao longo da altura um formato paralelepípedo com uma área média igual a 35 790 m², a altura total da célula seria aproximadamente 25 metro:

$$\text{Cap. Total} / \text{Sup. ocupada pelos resíduos} = 899\,996 / 35\,790 = 25,1 \text{ m}$$

Então, a capacidade disponível estimada na célula A, no final do ano de 2004, seria igual a 299 996 m³ para uma altura disponível da célula de cerca de 8,3 m.

4.3.1.2 Aterro do Subsistema do Barlavento

Este aterro, tal como o do Sotavento, foi construído num vale aproveitando montes adjacentes e é constituído por duas células, A + B, com a capacidade total de recepção de:

Células A + B: 1 720 000 m³ de RSU's numa área média de 3,5 ha (35 000 m²).

Numa segunda fase, está prevista a construção de mais duas células:

Células C + D: 2 300 000 m³ de RSU's numa área média de 4,2 ha (42000 m²).

O início da exploração deste aterro verificou-se em Fevereiro de 1998, com a utilização da célula A. Esta célula foi selada em Abril de 2002, altura em que se iniciou o enchimento da célula B, presentemente em exploração.

A deposição verificada na célula A correspondeu à apresentada no Quadro 16 (14).

Quadro 16 - Sistema do Barlavento. Total de RSU's depositados na célula A.

| Ano | Deposição (t) | Observações |
|------------------|---------------|----------------------|
| 1998 | 101 823 | desde Fevereiro 2002 |
| 1999 | 118 219 | |
| 2000 | 129 277 | |
| 2001 | 135 812 | |
| 2002 | 35 000 | até Abril de 2002 |
| TOTAL depositado | 520 131 | |

Com base nos valores obtidos no relatório final de caracterização de resíduos sólidos urbanos do sistema multimunicipal do Barlavento Algarvio, o Quadro 17 apresenta a composição física média (percentagem em peso de cada categoria) dos RSU's recolhidos indiferenciadamente entre 26 de Maio e 10 de Junho e entre 20 de Outubro e 1 de Novembro de 2003 (14).

Quadro 17 - Caracterização física dos RSU's recolhidos indiferenciadamente no Subsistema do Barlavento.

| | % em peso | t |
|---|--------------|-----------------|
| RESÍDUOS PUTRESCÍVEIS | 34,41 | 48068,19 |
| Resíduos alimentares | 29,60 | |
| Resíduos jardim | 4,82 | |
| PAPÉIS | 11,96 | 16707,22 |
| Embalagens de papel | 0,75 | |
| Jornais, revistas e folhetos | 5,53 | |
| Papéis de escritório | 0,42 | |
| Outros papéis | 5,27 | |
| CARTÕES | 5,95 | 8311,70 |
| Embalagens de cartão | 5,34 | |
| Outros cartões | 0,61 | |
| COMPÓSITOS | 1,94 | 2710,04 |
| Embalagens compósitas de cartão | 1,08 | |
| Outras embalagens compósitas | 0,26 | |
| Outros compósitos (não embalagem) | 0,60 | |
| TÊXTEIS | 3,63 | 5070,84 |
| TÊXTEIS SANITÁRIOS | 3,93 | 5489,92 |
| PLÁSTICOS | 10,56 | 14751,53 |
| Filmes | 6,46 | |
| Garrafas e frascos | 1,71 | |
| Outras embalagens plásticas | 1,34 | |
| Outros plásticos | 1,05 | |
| COMBUSTÍVEIS NÃO ESPECIFICADOS | 1,96 | 2737,97 |
| Embalagens combustíveis não especificados | 0,14 | |
| Outros combustíveis não especificados | 1,82 | |
| VIDRO | 8,01 | 11189,37 |
| Embalagens de vidro | 7,68 | |
| Outro vidro (não embalagem) | 0,34 | |
| METAIS | 2,37 | 3310,71 |
| Embalagens ferrosas | 1,49 | |
| Embalagens não ferrosos | 0,29 | |
| Outros ferrosos | 0,35 | |
| Outros não ferrosos | 0,24 | |

| | | |
|---|--------|----------|
| INCOMBUSTÍVEIS NÃO ESPECIFICADOS | 1,55 | 2165,23 |
| Embalagens incombustíveis não especificados | 0,00 | |
| Outros incombustíveis não especificados | 1,55 | |
| RESÍDUOS DOMÉSTICOS ESPECIAIS | 0,67 | 935,94 |
| Embalagens | 0,42 | |
| Pilhas e acumuladores | 0,11 | |
| Outros resíduos domésticos especiais | 0,15 | |
| ELEMENTOS FINOS (<20mm) | 13,06 | 18243,84 |
| TOTAL | 100,00 | 139692,5 |
| TOTAL EMBALAGENS | 26,94 | |

Tal como no subsistema do Sotavento, a fracção predominante é a dos *Resíduos Putrescíveis* (constituídos principalmente por resíduos alimentares) com cerca de 34%, seguidos também pelos *Papéis* e *Elementos Finos* com cerca de 12% e 14%, respectivamente.

Comparando os dois subsistemas, verifica-se que no do Barlavento existe uma maior quantidade de *Resíduos Putrescíveis* (4,5%) e *Vidro* (1,4%) e uma menor quantidade de *Papéis* (1,9%) e *Cartões* (1,7%).

Dado que a quantidade de resíduos putrescíveis (29,60% de alimentares e 4,82% de jardim) é mais elevada que os valores correspondentes verificados no aterro do Sotavento, estima-se que se poderão obter produções específicas mais elevadas de biogás no aterro do Barlavento.

4.3.2. Estimativa do potencial energético, em biogás, da matéria orgânica contida nos RSU's depositados nos aterros

4.3.2.1 Digestão Anaeróbia em aterro

O processo de decomposição da matéria orgânica dos RSU's, que se verifica nos aterros, começa, numa primeira fase, por ser um processo aeróbio, exotérmico, que se desenvolve na fase inicial da deposição em aterro e que eleva a temperatura da massa depositada para cerca de 50 a 60°C. Seguem-se três fases de natureza anaeróbia, que se desenvolvem ao abrigo do oxigénio do ar: hidrólise, acidogénese e metanogénese. Nestas fases dá-se a decomposição final da matéria orgânica com produção do chamado biogás de aterro. Através da análise do gás produzido, pode classificar-se o estado do aterro, no que diz respeito à decomposição da matéria orgânica, numa destas três fases.

O teor em água da matéria depositada pode variar entre 15 a 40%.

A trituração dos resíduos antes da deposição favorece naturalmente a actividade biológica do aterro, aumentando o rendimento da metanogénese.

Todo o processo de formação do biogás é, também, exotérmico, mantendo-se a temperatura no interior do aterro na ordem dos 30 a 40°C, que é a temperatura média do biogás quando é extraído.

No Quadro 18 é apresentada uma composição típica do biogás de aterro.

Quadro 18 - Composição característica do biogás de aterro

| O ₂ | N ₂ | CO ₂ | CH ₄ | Poder Calorífico Inferior (PCI) |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| 1% | 10 % | 35 % | 50% | 17,9 MJ/Nm ³ |

A composição do biogás, assim como a quantidade de gás que se pode esperar é, naturalmente, também função das condições locais. No máximo, pode contar-se com um valor total da ordem de 200 m³/ t RSU's. Na realidade, em grande número de casos consegue-se somente cerca de 40 m³/ t dado que, tecnicamente, só se consegue recuperar 20 a 25 % do gás produzido devido a má impermeabilização das terras de cobertura e fugas laterais por rotura da tela de fundo.

As reacções bioquímicas que se dão num aterro são numerosas, sobretudo no início da deposição. No Quadro 19 mostram-se as diferentes fases da decomposição da matéria orgânica no aterro, e a correspondente composição média dos principais componentes do gás produzido desde a deposição até à última fase anaeróbia de metanização estável que se alcança ao fim de 2 a 3 anos de deposição (17).

Quadro 19 - Fases de decomposição anaeróbia de RSU's em aterro e respectivos valores de composição média

| | N ₂ (%) | O ₂ (%) | H ₂ (%) | CH ₄ (%) | CO ₂ (%) |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| FASE AERÓBIA | 80 - 75 | 20 - 0 | 0 | 0 | 0 - 25 |
| FASE ANAERÓBIA Fermentação ácida | 75 - 5 | 0 | 0 - 15 | 0 | 25 - 80 |
| FASE ANAERÓBIA Metanização instável | 5 - 0 | 0 | 15 - 0 | 0 - 55 | 80 - 45 |
| FASE ANAERÓBIA Metanização estável | 0 | 0 | 0 | 55 | 45 |

A fase inicial, aeróbia, dura cerca de 2 semanas. A fase seguinte, anaeróbia, correspondente à fermentação ácida, dura cerca de 2 meses a que se segue uma metanização instável que dura cerca de 2 anos. Finalmente, o aterro entra numa fase de metanização estável que dura cerca de 20 anos.

Cada aterro é um caso, necessitando de avaliação específica para decidir sobre o aproveitamento mais adequado do biogás.

Os dois principais factores que determinam economicamente se o biogás deve, ou não, ser recuperado são:

- o valor do caudal que se pode manter regularmente na extracção do biogás;
- a quantidade de biogás que pode ser produzida por tonelada de RSU's colocada no aterro;
- a natureza dos materiais de cobertura permitindo, ou não, uma boa estanquidade do aterro à fuga descontrolada de biogás para a atmosfera .

No estado actual do conhecimento não se sabe exactamente quanto tempo durará a produção de biogás dos aterros sanitários. Poderá ultrapassar os 75 anos, com a mais intensa produção a situar-se, provavelmente, entre os 5 e os 20 anos após a selagem do aterro.

A grande diversidade de materiais que são depositados com os RSU's origina a formação e libertação de gases ou vapores de variada natureza e características, em concentrações que, embora baixas, poderão criar problemas nos equipamentos de utilização do biogás. Referem-se, como exemplo, os compostos orgânicos voláteis de silício que por queima dão origem a sílica que poderá provocar danos graves em turbinas e em motores onde irá ser queimado o biogás. É conveniente, portanto, proceder a uma boa monitorização do biogás e prever a instalação de um bom sistema de purificação do biogás para evitar problemas graves na sua utilização (18).

Existem hoje em dia diversos modelos para avaliação do potencial em biogás de um aterro, tendo em conta não só a quantidade de RSU's depositados mas também, nalguns casos, a carga em matéria orgânica e o tempo de deposição.

A reduzida experiência em Portugal não permite que haja já um modelo nacional desenvolvido a partir de resultados obtidos na exploração de aterros portugueses. Assim, ter-se-á que avaliar o potencial dos aterros recorrendo a modelos desenvolvidos na Europa e nos Estados Unidos, dos quais se referem os seguintes.

a) Considerando que a biodegradação em aterro é estável durante cerca de 20 anos, no decurso dos quais é produzida cerca de 75% da quantidade total do biogás, o Prof. Tabasaran,

da Universidade de Stuttgart, chegou à seguinte equação para prever a quantidade total de gás susceptível de ser recolhido por tonelada de RSU's depositados (17):

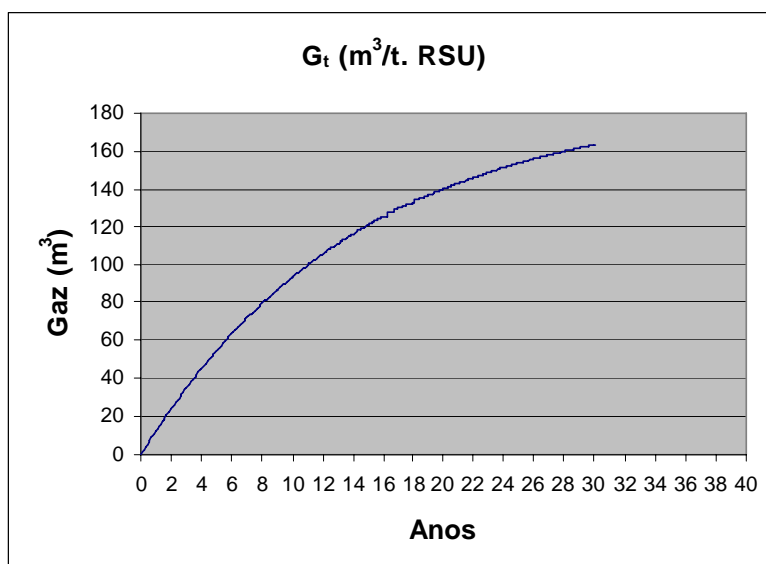
$$G_t = 187 (1 - 10^{-0,03 t}) \text{ m}^3 / \text{ t RSU's}$$

onde: G_t = quantidade de gás produzido no tempo t

t = tempo de deposição, expresso em anos

Aplicando esta expressão, pode avaliar-se a produção acumulada de biogás em função do tempo de deposição e da quantidade de matéria orgânica depositada, conforme está representado na Figura 7.

Figura 7 - Produção acumulada de biogás, em aterro, em função da matéria orgânica depositada e do tempo

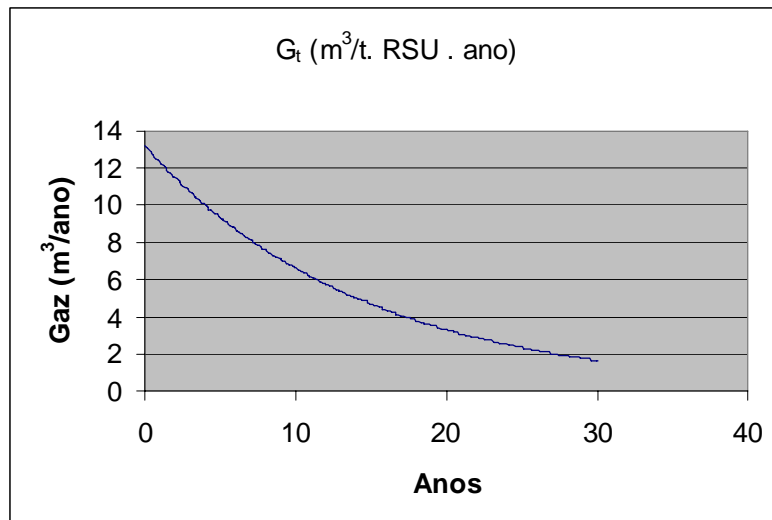


Por outro lado, a quantidade de biogás produzido cada ano, por tonelada de RSU's, é dada por:

$$G_t = 13,2 \times (10^{-0,03 t}) \text{ m}^3/\text{t RSU's.ano}$$

e a evolução da produção anual de biogás é apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Produção anual de biogás em aterro em função da matéria orgânica depositada



Conclui-se, assim, que uma tonelada de RSU's pode produzir $12,3 \text{ m}^3$ de gás no decurso do primeiro ano de aterro, $11,5 \text{ m}^3$ no decurso do segundo, $10,7 \text{ m}^3$ no decurso do terceiro e $6,6 \text{ m}^3$ no decurso do décimo ano.

b) Outro modo de avaliação das potencialidades de um aterro sanitário de RSU's é referido num documento da UE - Guia para o tratamento de resíduos sólidos urbanos - (19). Considera-se que a fracção orgânica de 1 tonelada de RSU's pode, teoricamente, dar origem a um total de cerca de 400 m^3 de biogás. Na prática, verifica-se que raramente se consegue a degradação de mais do que 25 % da fracção biodegradável durante os primeiros 15 anos de aterro. A experiência adquirida permite considerar que, em média, se podem obter 5 a 7 m^3 de biogás por tonelada de RSU's e por ano, durante os primeiros 15 anos.

c) Um terceiro método, simples e expedito, referido nos Estados Unidos da América num estudo patrocinado pela EPA (20), baseia-se na larga experiência adquirida na exploração dos muitos aterros sanitários para RSU's que têm vindo a ser implantados no seu território. Dessa experiência foi deduzida a seguinte expressão que responde bem à realidade americana, mas que não será provavelmente completamente adequada à situação portuguesa:

Produção anual biogás de um aterro (cf) = $0,10 \text{ cf/lb} \times 2000 \text{ lb/t} \times \text{RSU's depositados (t)}$

ou seja,

Produção anual biogás de um aterro (m^3) = $5,66 \times \text{RSU's (t)}$

Porém, esta fórmula muito simplificada tem um elevado grau de incerteza devendo ser considerado que, durante os primeiros 30 anos, o valor da produção anual de biogás se situa dentro de um intervalo muito alargado ($\pm 50\%$) do valor calculado. Assim:

Produção anual de biogás de um aterro = $5,66 \pm 2,83 \text{ m}^3 / \text{t RSU's depositada}$

Ou seja, de acordo com esta metodologia, a produção de biogás estará compreendida entre 8,49 e $2,83 \text{ m}^3/\text{ano.t RSU's}$.

Nas estimativas que se farão em seguida para os aterros do Algarve optou-se por aplicar o primeiro método, por ser um método desenvolvido com base em aterros com resíduos produzidos em regiões europeias e por permitir uma percepção da forma como varia a produção de biogás ao longo dos anos.

4.3.2.2. Potencial energético do Aterro do Sotavento Algarvio

Como já foi anteriormente referido, este aterro tem ainda em fase de enchimento a sua primeira célula, a chamada célula A. Até final de 2004, a estimativa anteriormente feita para a quantidade de RSU's depositada foi de 630 000 t.

De acordo com a fórmula que permite calcular a produção total acumulada ao longo do tempo, por tonelada de RSU's depositados, nos primeiros 20 anos de deposição ter-se-á uma produção de cerca de $140 \text{ m}^3/\text{t}$ de RSU's, com um valor médio anual de cerca de $7 \text{ m}^3/\text{t}$ de RSU's. Assim, a estimativa referente à produção de biogás na célula A do aterro do Sotavento será:

Produção total de biogás: $140 \times 630\,000 = 88\,200\,000 \text{ m}^3$

Produção média anual: $7 \times 630\,000 = 4\,410\,000 \text{ m}^3$

Este valor, expresso em produção diária de biogás, significará um caudal médio diário de:

$4\,410\,000 / 365 = 12\,082 \text{ m}^3/\text{dia}$

Ou, exprimindo a produção em caudal horário,

$12\,082 / 24 = 503 \text{ m}^3/\text{h}$

Se considerarmos que o valor médio do teor em metano é de 50%, o valor médio do poder calorífico inferior é de $17,9 \text{ MJ/m}^3$ ($1 \text{ MJ/m}^3 = 238,8 \text{ kCal/m}^3$). Donde, o valor médio da energia do biogás produzido será:

$4\,410\,000 \times 17,9 = 78\,939\,000 \text{ MJ/ano} = 1\,861 \text{ tep/ano}$

Deverá ter-se em conta que esta célula continua em enchimento.

4.3.2.3. Potencial energético do Aterro do Barlavento Algarvio

Como foi referido em 4.3.1.2, o aterro do Barlavento algarvio já tem a célula A selada desde Abril de 2002, o que aconteceu após um período de cerca de 4 anos de deposição. A quantidade total de resíduos depositados é de cerca de 520 131 t.

De acordo com os valores das fórmulas que permitem calcular a produção anual e o valor total acumulado, em função do tempo, por tonelada de RSU's depositados pode estimar-se de igual forma a produção de biogás para esta célula. Nos primeiros 20 anos, ter-se-á uma produção de cerca de 140 m³/t de RSU's, com um valor médio anual de cerca de 7m³/t de RSU's.

Assim, a estimativa para a célula A do aterro do barlavento será:

$$\text{Produção total: } 140 \times 520\,131 = 72\,818\,340 \text{ m}^3$$

$$\text{Produção média anual: } 7 \times 520\,131 = 3\,640\,917 \text{ m}^3$$

Se se considerar, como anteriormente que o valor médio do teor em metano é de 50% e que dessa forma o valor médio do poder calorífico inferior é de 17,9 MJ/m³, o valor médio anual da energia do biogás produzido será:

$$3\,640\,917 \times 17,9 = 65\,172\,414 \text{ MJ} = \mathbf{1\,536 \text{ tep/ano}}$$

Se este biogás for utilizado para produção de energia em cogeração e tendo em conta que o rendimento da conversão em energia eléctrica é de cerca de 30%, o valor da produção da célula A durante o ano de 2005 e seguintes será:

$$65\,172\,414 \times 0,30 = 19\,551\,724 \text{ MJ} = \mathbf{5\,431\,034 \text{ kWh/ano}}$$

De facto, o aterro já tem instalado, desde o início de 2005, um grupo de cogeração com uma potência de 852 kWe, com o qual foi previsto produzir durante o ano de 2005 cerca de 5 800 000 kWe.

Na verdade, como já foi referido, em condições normais, nos primeiros anos de fermentação a produção específica de biogás deverá ser superior a 7 m³/t RSU's.ano. Porém, este valor considerado na estimativa tem a ver com um valor médio de produção ao longo dos primeiros 20 anos.

4.3.3. Queima directa das fracções combustíveis dos RSU's

Como foi referido em 4.3, o potencial energético dos diversos materiais que compõem os RSU's deve ser contabilizado de acordo com o processo mais adequado às características físico-químicas de cada grupo.

Se os resíduos putrescíveis, mais ricos em matéria orgânica biodegradável, podem e devem ser contabilizados em termos do potencial de produção de biogás por digestão anaeróbia, outros há, como os resíduos de papel, cartão, têxteis, plásticos e outros resíduos combustíveis cuja conversão energética deve ser avaliada através de processos de combustão.

Relativamente a estes materiais considerar-se-á somente o potencial energético dos montantes que são depositados nos aterros. Efectivamente, se os materiais respeitantes à recolha selectiva fossem tidos em consideração, verificar-se-iam aumentos nas percentagens de *Cartão*, *Vidro* e *Embalagens*, acompanhado por uma diminuição de *Putrescíveis* e *Finos*. Contudo, os materiais que são sujeitos a recolha selectiva têm outro tipo de reutilização e não faz sentido quantificar o respectivo potencial energético.

No Quadro 20, apresentam-se os valores dos poderes caloríficos inferiores das fracções de resíduos que são susceptíveis de aproveitamento energético por combustão, referidos aos teores de humidade indicados.

Quadro 20 - Poderes caloríficos inferiores relativos aos resíduos passíveis de conversão energética por combustão

| Materiais | Humidade total (%) | PCI (kJ/kg) |
|--------------------------------|--------------------|-------------|
| Papeis + cartões + compósitos | 27,9 | 10 722 |
| Têxteis | 54,0 | 7 827 |
| Plásticos | 28,9 | 23 643 |
| Combustíveis não especificados | 11,0 | 23 151 |
| Finos | 55,7 | 13 593 |

4.3.3.1. Potencial energético relativo aos Resíduos do Aterro do Sotavento algarvio

De acordo com os totais das diferentes categorias de resíduos combustíveis recolhidos em 2003 e considerando os valores dos seus poderes caloríficos inferiores acima apresentados, o respectivo potencial energético é o expresso no Quadro 21, admitindo uma eficiência de conversão energética de 70%.

Quadro 21 - Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema multimunicipal do Sotavento algarvio (2003)

| Subsistema | Sotavento | |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Materiais | Quantidade (t) | Potencial energético (tep) |
| Papeis + cartões + compósitos | 34 028,3 | 8 602 |
| Têxteis | 12 112,0 | 2 235 |
| Plásticos | 16 039,5 | 8 941 |
| Combustíveis não especificados | 2 967,1 | 1 620 |
| Finos | 18 705,5 | 5 995 |
| Total | 83 852,4 | 27 393 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 19 175 |

4.3.3.2. Potencial energético relativo aos Resíduos do Aterro do Barlavento algarvio

De forma idêntica ao ponto anterior, apresentam-se no Quadro 22 as quantidades totais de RSU's combustíveis, recolhidas no subsistema do Barlavento algarvio e o respectivo potencial energético, admitindo também uma eficiência de conversão energética de 70%.

Quadro 22 - Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema do Barlavento algarvio (2003)

| Subsistema | Barlavento | |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Materiais | Quantidade (t) | Potencial energético (tep) |
| Papeis + cartões + compósitos | 27 729,0 | 7 101 |
| Têxteis | 10 560,8 | 1 974 |
| Plásticos | 14 751,5 | 8 330 |
| Combustíveis não especificados | 2 738,0 | 1 514,0 |
| Finos | 18 243,8 | 5 923 |
| Total | 74 023,1 | 24 843 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 17 390 |

4.3.4 Potencial energético futuro

Como já foi referido anteriormente, a deposição de RSU's em aterros, num futuro próximo, terá que cumprir o Decreto-Lei nº 152/2002, de 23 de Maio, que define como estratégia a redução da matéria orgânica biodegradável dos RSU's a depositar em aterro. Assim, até Janeiro de 2006, será feita uma primeira redução, para o equivalente a 75%, em peso, da quantidade total dos resíduos orgânicos biodegradáveis produzidos em 1995. Até Janeiro de 2009, a redução deverá corresponder à deposição de apenas o equivalente a 50%, e a 35% em Janeiro de 2016, reduções também referidas aos quantitativos verificados em 1995.

O destino final da matéria orgânica que vai deixar de poder ser depositada em aterro terá que ser considerado. Várias hipóteses se colocam como sejam a digestão anaeróbia, a compostagem ou a incineração. Todas as soluções são adequadas, sendo a opção a tomar condicionada por aspectos económicos, energéticos, logísticos e até de espaço disponível.

Contudo, tendo em conta que os dois aterros existentes vão ter aproveitamento energético do biogás que libertam para produzir energia eléctrica, pode considerar-se que a biomassa que não será depositada em aterro irá ser sujeita a digestão anaeróbia. Nestas condições, a matéria orgânica não depositada em aterro terá um rendimento de produção de biogás no mínimo, equivalente ao rendimento que teria se fosse depositada.

De acordo com os dados disponíveis, pode considerar-se que serão gerados cerca de 280 000 t/ano para destino final. A biomassa biodegradável correspondente poderá produzir, em média, 7 m³ de biogás por tonelada de RSU's por ano, ou seja,

$$1\,960\,000\text{ m}^3/\text{ano} \text{ a que corresponderão } 826,9\text{ tep/ano}.$$

4.4. Águas residuais domésticas

O Algarve tem em curso um vasto programa de remodelação do equipamento das ETAR's existentes e de construção de novas ETAR's.

Devido ao crescimento populacional que se tem vindo a verificar nos últimos anos na região do Algarve e ao alargamento do saneamento básico a zonas isoladas o sistema de saneamento está a sofrer profundas alterações com a construção de novas ETAR's, remodelação e ampliação de ETAR's já existentes, e fecho de algumas pequenas ETAR's situadas em zonas próximas dos grandes sistemas, onde passam a ser tratadas essas águas residuais. Pretende-se, nuns casos, aumentar a cobertura da população servida por saneamento básico e, noutros, melhorar o serviço já prestado às populações dotando-as com novas ETAR's, com maior e

melhor capacidade de tratamento, que irão permitir a desactivação de velhas pequenas ETAR's sem adequada capacidade de resposta às necessidades actuais.

Justifica-se, portanto, que se analise e avalie a viabilidade do tratamento das lamas de esgoto por digestão anaeróbia, particularmente nas ETAR's de maior dimensão, com aproveitamento energético do biogás produzido sempre que economicamente viável.

A Empresa das Águas do Algarve, do grupo Águas de Portugal, é a entidade que, presentemente, está a superintender esta área de serviço público tendo a seu cargo, desde já, a gestão de vários sistemas de tratamento, e em negociação com as autarquias/serviços municipalizados a gestão dos restantes sistemas de tratamento.

Com base na informação recolhida junto das Águas do Algarve, vamos avaliar o potencial energético das ETAR's do Algarve.

4.4.1 Estações de Tratamento de Águas Residuais Domésticas (ETAR's)

As lamas de esgoto separadas nos órgãos de tratamento primário das ETAR's domésticas podem representar um significativo potencial energético se forem sujeitas a digestão anaeróbia com posterior aproveitamento do biogás produzido (22).

A digestão anaeróbia aplicada às lamas primárias decantadas e também às lamas secundárias geradas em processos de tratamento secundário, de natureza aeróbia, a que é sujeita a fracção líquida na ETAR, oferece um meio de redução significativa da carga orgânica do esgoto, com produção de biogás com um valor económico apreciável, se aproveitado para produção de energia eléctrica e/ou térmica (22).

Simultaneamente são reduzidos os custos de energia associados ao funcionamento da ETAR, com produção de um combustível, o biogás, que reduz substancialmente os custos de exploração das ETAR's.

Por razões económicas ligadas aos custos dos equipamentos de cogeração o aproveitamento energético do biogás produzido só se justifica nas ETAR's de média ou, de preferência, de grande dimensão. Quando não haja essa justificação deverá proceder-se à queima do biogás libertado numa tocha para minimizar a libertação do metano para a atmosfera que tem contribuição fortemente negativa em termos ambientais, como já foi referido.

No Quadro 23 são apresentados os sistemas de tratamento do Algarve, já instalados ou a instalar, com capacidade de tratamento acima dos 30 000 hab. eq., considerada a dimensão mínima para que, potencialmente, se deva considerar o aproveitamento energético, com interesse económico, do biogás produzido nos órgãos de digestão anaeróbia já instalados, ou a instalar, nas ETAR's.

Um aspecto que deve ser salientado desde já é a irregularidade dos caudais de águas residuais que se verifica ao longo do ano em resultado do aumento significativo da população em algumas épocas do ano, em especial nos meses de Verão, devido aos grandes fluxos turísticos que procuram o Algarve para férias, como já foi referido e apresentado na introdução.

Como pode verificar-se no Quadro 23, na época baixa, que deverá corresponder a cerca de 9 meses por ano, só existem 2 sistemas, num universo de 11, servindo populações acima de 30 000 hab. eq. Ao invés, a mesma análise feita à época alta mostra somente 2 sistemas servindo populações inferiores a 30 000 hab. eq..

Quadro 23 - Listagem das ETAR's do Sistema Multimunicipal de Saneamento do Algarve com capacidade de tratamento superior a 30 000 hab.eq.

| Designação | Município | Capacidade tratamento (hab. eq.) | População prevista servir (hab) (1) | | | | Tratamento fase líquida | | Tratamento/desidratação de lamas | | | Obs. |
|-------------------------|-----------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------|---|-----------|--------------|--|
| | | | 2006 (EB) | 2006 (EA) | 2025 (EB) | 2025 (EA) | Tipo | Nível | Digestor anaeróbio | Na ETAR | Tipo | |
| Companheira (Portimão) | Portimão | 198 000 | 57 000 | 159 060 | 68 669 | 198 000 | LE + UV | S + D | Por definir | Sim | Por definir | Projecto de remodelação e ampliação em curso |
| Vila Moura/Quarteira | Loulé | 140 000 | 25 600 | 109 000 | 31 882 | 138 164 | (LP + LA) + UV | S + D | - | Sim | Filtro banda | Empreitada em curso |
| Zona Poente | Albufeira | 140 000 | 17 000 | 86 087 | 18 000 | 139 000 | LA + UV + ES | S + D | - | Sim | Centrífuga | Empreitada adjudicada |
| Vale Faro | Albufeira | 130 000 | 12 000 | 124 000 | 13 000 | 130 000 | LA + UV | S + D | - | Sim | Centrífuga | Em funcionamento |
| Lagos | Lagos | 106 500 | 27 000 | 77 000 | 29 000 | 87 000 | (LP + LA) + UV | S + D | Fechado, em regime mesófilo, com aproveitamento do biogás para aquecimento do digestor. Está a ser equacionada a possibilidade de implementação de co-digestão. | Sim | Centrífuga | Em funcionamento |
| Faro Nascente | Faro | 87 200 | 38 000 | 53 000 | 55 000 | 75 000 | LE | S | - | Eq. móvel | - | Em funcionamento |
| Faro Noroeste | Faro | 45 000 | 29 234 | 38 626 | 33 140 | 43 473 | LA + UV | S + D | - | Sim | Por definir | Projecto de remodelação e ampliação em curso |
| Almargem | Tavira | 50 000 | 8 475 | 21 217 | 23 425 | 48 150 | LA + UV | S + D | Fechado, em regime mesófilo, com aproveitamento do biogás para aquecimento do digestor. | Sim | Centrífuga | Projecto concluído |
| Olhão poente | Olhão | 51 000 | 28 600 | 43 000 | 33 800 | 50 600 | LE | S | - | Eq. móvel | - | Em funcionamento |
| Vila Real Santo António | VRSA | 116 500 | 21 570 | 97 372 | 24 770 | 116 472 | LE | S | - | Sim | Por definir | Empreitada em fase de adjudicação |
| Carvoeiro | Lagoa | 33 000 | 11 000 | 22 000 | 17 000 | 33 000 | LA | S | - | Sim | Por definir | Projecto em curso |
| TOTAL | | | 759 200 | 192 879 | 542 302 | 247 135 | 722 695 | | | | | |

ES - Emissário submarino
S - Secundário
(1) EA - Época alta

LA - Lamas activadas
S + D - Secundário + desinfecção
EB - Época baixa

LE -
UV - Ultravioletas

LP - Leitos percoladores

Considerando que a 1 hab. eq. corresponde a produção de cerca de 20 l de biogás/dia, apresentam-se no Quadro 24 os potenciais de biogás correspondentes à população servida, nas épocas alta e baixa.

Quadro 24 - ETAR's do Algarve com capacidade de tratamento superior a 30 000 hab. eq..
População servida, 2006 e 2025, e potenciais de biogás.

| Designação | Município | Capacidade tratamento (hab. eq.) | População prevista servir (hab) ⁽¹⁾ | | | | | | | |
|-------------------------|-----------|----------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| | | | Produção de biogás | | | | | | | |
| | | | 2006 (EB) hab. eq. | Biogás m ³ /d | 2006 (EA) hab. eq. | Biogás m ³ /d | 2025 (EB) hab. eq. | Biogás m ³ /d | 2025 (EA) hab. eq. | Biogás m ³ /d |
| Companheira (Portimão) | Portimão | 198 000 | 57 000 | 1 140 | 159 060 | 3 181 | 68 669 | 1 373 | 198 000 | 3 960 |
| Vila Moura/Quarteira | Loulé | 140 000 | 25 600 | 512 | 109 000 | 2 180 | 31 882 | 638 | 138 164 | 2 763 |
| Zona Poente | Albufeira | 140 000 | 17 000 | 340 | 66 087 | 1 322 | 18 000 | 360 | 139 000 | 2 780 |
| Vale Faro | Albufeira | 130 000 | 12 000 | 240 | 124 000 | 2 480 | 13 000 | 260 | 130 000 | 2 600 |
| Lagos | Lagos | 106 500 | 27 000 | 540 | 77 000 | 1 540 | 29 000 | 580 | 87 000 | 1 740 |
| Faro Nascente | Faro | 87 200 | 38 000 | 760 | 53 000 | 1 060 | 55 000 | 1 100 | 75 000 | 1 500 |
| Faro Noroeste | Faro | 45 000 | 29 234 | 585 | 38 626 | 773 | 33 140 | 663 | 43 473 | 869 |
| Almargem | Tavira | 50 000 | 8 475 | 170 | 21 217 | 424 | 23 425 | 469 | 48 150 | 963 |
| Olhão poente | Olhão | 51 000 | 28 600 | 572 | 43 000 | 860 | 33 800 | 676 | 50 600 | 1 012 |
| Vila Real Santo António | VRSA | 116 500 | 21 570 | 431 | 97 372 | 1 947 | 24 770 | 495 | 116 472 | 2 329 |
| Carvoeiro | Lagoa | 33 000 | 11 000 | 220 | 22 000 | 440 | 17 000 | 340 | 33 000 | 660 |
| Total | | | 218 479 | 4 370 | 651 302 | 13 026 | 347 686 | 6 954 | 1 058 859 | 21 177 |

(1) EA - Época alta; EB - Época baixa
Produção de biogás: 20 l/hab. eq..d

Considerando que à composição média do biogás produzido nas ETAR's corresponde um poder calorífico de cerca de 23 027 kJ/m³ (5 500 kCal/m³), o valor energético diário estimado para o biogás, no ano de 2 006, nas épocas alta (EA) e baixa (EB), será o apresentado no Quadro 24.

Verifica-se que o potencial em biogás da época alta é cerca de três vezes superior ao valor respectivo da época baixa.

Dado que a época alta se verifica durante cerca de três meses por ano, sendo os restantes meses época baixa, pode estimar-se o potencial energético anual destas ETAR's para o ano de 2006.

$$\text{Época alta: } 300 \times 10^6 \times 30 \times 3 = 27\,000 \times 10^6 \text{ kJ} = 27 \times 10^{12} \text{ J} = 637 \text{ tep}$$

$$\text{Época baixa: } 100 \times 10^6 \times 30 \times 9 = 27\,000 \times 10^6 \text{ kJ} = 27 \times 10^{12} \text{ J} = 637 \text{ tep}$$

Portanto, ao longo do ano de 2006, o potencial estimado de produção de biogás, caso todas as ETAR's consideradas, construídas e em fase de construção, fossem dotadas de equipamento de digestão anaeróbia para tratamento das lamas primárias e secundárias, corresponde a um conteúdo energético igual a cerca de **1 274 tep**.

Do mesmo modo, considerando o aumento de população equivalente servida pelos vários sistemas, de acordo com as projecções feitas pela Águas de Portugal, para o ano de 2025, a estimativa do respectivo potencial em biogás resultante do tratamento do esgoto, no caso de todas as ETAR's virem a tratar as lamas primárias e secundárias com digestão anaeróbia está também apresentada no Quadro 24.

Ainda com base nos valores do Quadro 24, a previsão do potencial energético estimado de produção de biogás para o ano de 2025, será:

$$\text{Época alta: } 21\,177 \times 23\,027 = 487,6 \times 10^6 \text{ kJ/d}$$

Anualmente, ter-se-á:

$$487,6 \times 10^6 \times 30 \times 3 = 43\,884 \times 10^6 \text{ kJ/ano} = 1\,034 \text{ tep/ano}$$

$$\text{Época baixa: } 6\,954 \times 23\,027 = 160,1 \times 10^6 \text{ kJ/d}$$

E anualmente,

$$160,1 \times 10^6 \times 30 \times 9 = 43\,227 \times 10^6 \text{ kJ/ano} = 1\,019 \text{ tep/ano}$$

Portanto, a previsão do valor potencial total da produção de energia para 2025, a partir do biogás produzido pelo esgoto doméstico se tratado por digestão anaeróbia, será de **2 053 tep/ano**

4.4.2. Situação actual dos sistemas

No anterior Quadro 23 é referida a situação actual dos sistemas nomeadamente o nível de tratamento aplicado ou a aplicar.

A ETAR de Lagos tem em estudo a possibilidade de aproveitamento do biogás, em cogeração, e na ETAR de Almargem, em Tavira, ainda em fase de construção, está prevista a utilização do biogás para aquecimento do digestor.

Refere-se que a ETAR de Silves, que serve uma população de 15 000 hab., tem digestão anaeróbia para tratamento das lamas sendo o biogás produzido utilizado para aquecimento do digestor. Não são conhecidos quaisquer outros sistemas de digestão anaeróbia e aproveitamento do biogás nos restantes sistemas de saneamento básico do Algarve, não estando ainda decidido se as novas ETAR's a construir irão ter digestão anaeróbia com aproveitamento do biogás.

A digestão anaeróbia das lamas permite reduzir substancialmente a carga orgânica do esgoto com produção de um produto energético de valor apreciável, o biogás, com efeito nefasto para o ambiente se lançado tal qual para a atmosfera, devido particularmente ao elevado efeito de estufa do metano, como já foi referido. Torna-se cada vez mais premente evitar a libertação deste gás, o que se consegue facilmente através da queima.

Os equipamentos de queima directa permitem o aproveitamento exclusivamente térmico do biogás sendo o calor produzido utilizado, normalmente, para aquecimento do próprio digestor.

Os equipamentos de cogeração permitem o aproveitamento do biogás para produção de energia eléctrica com aproveitamento da energia térmica libertada para aquecimento do digestor. Os equipamentos mais utilizados são grupos motor-gerador equipados com motores de ciclo Otto ou de ciclo Diesel para a queima do biogás ou, mais recentemente, microturbinas. A força motriz gerada nestes equipamentos de queima é depois utilizada para accionar geradores eléctricos.

Os investimentos nestes equipamentos são relativamente elevados. Feito o respectivo estudo económico, se não se justificar o investimento, deverá ser sempre considerada a queima do biogás, de preferência com aproveitamento da energia térmica para aquecimento dos digestores. Deste modo, será possível aumentar a capacidade de tratamento das ETAR's porque, como é sabido, a velocidade de digestão anaeróbia aumenta com o aumento da temperatura de digestão.

Com o dec-Lei nº 33-A/2005, de 16 de Fevereiro, o valor do kWh de energia eléctrica produzida com recurso às fontes renováveis de energia, neste caso à biomassa, a introduzir na rede de distribuição, sofreu uma valorização significativa, o que vem melhorar sensivelmente a rentabilidade de possíveis investimentos nesta área.

- Exemplo da ETAR de Lagos

No que diz respeito à ETAR de Lagos, que tem em estudo a possibilidade de aproveitamento do biogás, pode observar-se no Quadro 23 o potencial em energia do biogás produzido no equipamento de digestão anaeróbia, para a projecção de população para 2006:

Época alta $35,4 \times 10^6$ kJ/d

Época baixa $12,4 \times 10^6$ kJ/d

Atendendo a que o rendimento de conversão do biogás em electricidade é, em regra, de 30%, tem-se para a época alta:

$$77\,000 \text{ hab eq} \Leftrightarrow 77\,000 \times 20 = 1\,540\,000 \text{ l/d} = 1\,540 \text{ m}^3 \text{ biogás/d}$$

A que corresponde, considerando o rendimento de 30% na conversão em electricidade, a produção diária de:

$$1\,540 \times 5\,500 = 8,47 \times 10^6 \text{ kCal/d} \times 0,3 = 2,54 \times 10^6 \text{ kCal/d} = 2\,954 \text{ kWh/d}$$

Na época baixa:

$$27\,000 \text{ hab eq} \Leftrightarrow 27\,000 \times 20 = 540 \text{ m}^3 \text{ biogás/d}$$

Considerando, do mesmo modo, o rendimento de 30% na conversão em electricidade, a produção diária será:

$$540 \times 5\,500 = 2,97 \times 10^6 \text{ kCal/d} \times 0,3 = 0,891 \times 10^6 \text{ kCal/d} = 1\,036 \text{ kWh/d}$$

Atendendo a que o equipamento de cogeração tem uma disponibilidade anual de cerca de 300 dias o factor de utilização será $300/365 = 0,822$ e o total da energia eléctrica produzida será:

$$\text{Época alta: } 2\,954 \times 30 \times 3 \times 0,822 = 218\,537 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{Época baixa: } 1\,036 \times 30 \times 9 \times 0,822 = 229\,929 \text{ kWh/ano}$$

$$\text{Total de energia eléctrica} = 448\,466 \text{ kWh/ano}$$

Portanto, se considerarmos 0,1 €/kWh o valor médio de venda da energia à rede, a receita bruta será:

$$\text{Valor total da energia eléctrica} = 448\,466 \times 0,1 = 44\,846 \text{ €}$$

Como estimativa do custo de manutenção do equipamento de cogeração considera-se o valor de 0,01 €/kWh produzido.

Assim, o valor de receita líquida prevista para 2006 será:

$$\text{Receita da venda da EE produzida (2006)} = 44\,846 - 4\,485 = 40\,361 \text{ €/ano}$$

4.4.3. Potencial energético total dos sistemas de ETAR's do Algarve

Tomando agora o conjunto dos sistemas de tratamento com capacidade instalada superior a 30 000 hab., construídos e a construir, admitindo que se venham a instalar em todos eles equipamentos de tratamento das lamas por digestão anaeróbia com aproveitamento do biogás e considerando ainda um rendimento de conversão do biogás em energia eléctrica, em cogeração, de 30% apresenta-se no Quadro 25 a estimativa do potencial em biogás e em energia eléctrica produzida para os anos de 2006 e de 2025.

Quadro 25 - Estimativa global de produção de biogás e de energia eléctrica a partir das ETAR's do Algarve em 2006 e 2025

| Potencial para 2006 | | |
|---|-----------|---|
| Biogás | EB | $4\,370 \times 30 \times 9 = 1\,179\,900 \text{ m}^3/\text{ano}$ |
| | EA | $13\,026 \times 30 \times 3 = 1\,172\,340 \text{ m}^3/\text{ano}$ |
| | Sub-total | $2\,352\,240 \text{ m}^3/\text{ano}$ |
| Potencial energético | | $2\,352\,240 \times 23\,027 = 5,42 \times 10^{10} \text{ kJ/ano}$ ou $15\,000\,000 \text{ kWh/ano}$ |
| Potencial energético do biogás, expresso em energia eléctrica | 300 d/ano | $15\,000\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 3\,700\,000 \text{ kWh/ano de energia eléctrica}$ |
| Potencial para 2025: | | |
| Biogás | EB | $6\,954 \times 30 \times 9 = 1\,877\,580 \text{ m}^3/\text{ano}$ |
| | EA | $21\,177 \times 30 \times 3 = 1\,905\,930 \text{ m}^3/\text{ano}$ |
| | Sub-total | $3\,783\,510 \text{ m}^3/\text{ano}$ |
| Potencial energético | | $3\,783\,510 \times 23\,027 = 8,71 \times 10^{10} \text{ kJ/ano} = 24\,200\,000 \text{ kWh/ano}$ |
| Potencial energético do biogás, expresso em energia eléctrica | | $24\,200\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 5\,967\,000 \text{ kWh/ano de energia eléctrica disponível}$ |

4.4.4. Considerações sobre as lamas tratadas e o efluente das ETAR's

Se considerarmos o volume de águas residuais tratado anualmente pelas ETAR's no Algarve, a qualidade exigida para o efluente tratado e os grandes consumos de água potável para abastecimento público, as necessidades de água que existem para rega de campos agrícolas, de campos de golf, como também para outros fins como sejam o combate a incêndios, a

lavagem de ruas etc., deverá ser implementada o mais possível uma política de reutilização deste elevado volume de água para estas utilizações.

Este aproveitamento exige um estudo adequado de armazenagem e posterior utilização das águas tratadas, com os correspondentes investimentos necessários, mas com benefícios para a região que irão compensar largamente este esforço. A empresa das Águas do Algarve tem em curso um estudo de aproveitamento das águas residuais tratadas nas ETAR's que com toda a certeza tem em conta todos estes aspectos.

Simultaneamente, os sólidos digeridos, ou seja, as lamas digeridas, podem, sempre que se revelar adequado, ter um destino final também bastante interessante. São de origem orgânica animal, podendo ser utilizados em agricultura como correctivos orgânicos dos solos com o objectivo de aumentar, ou pelo menos manter, o teor de matéria orgânica dos solos, a qual desempenha uma função muito importante em todos os aspectos da fertilidade dos solos (físicos, químicos e biológicos). Para além disso, também têm valor fertilizante que deve ser tido em conta na adequada intensidade das adubações a aplicar. Para isso há toda a conveniência em proceder à análise dos solos onde se pretende aplicar as lamas em conjunto com adubação para que, face às necessidades conhecidas da cultura, se faça a correcta aplicação de adubos e de correctivo orgânico (21).

Convém referir que, como grande parte dos terrenos agrícolas do Algarve já têm níveis elevados de salinidade, nomeadamente de nitratos, o mesmo sucedendo com as águas subterrâneas, há que ter um controlo apertado da aplicação destas águas residuais em fins agrícolas.

Se considerarmos um consumo médio per capita de 200 l/hab.d, teremos os seguintes caudais disponíveis de águas residuais tratadas, de acordo com as estimativas para 2006:

Época baixa: $192\,879 \times 200 = 38\,575\,800 \text{ l/d} = 38\,576 \text{ m}^3/\text{d}$

$$= 38\,576 \times 270 = 10\,415 \times 10^3 \text{ m}^3$$

Época alta: $542\,302 \times 200 = 108\,460 \times 10^3 \text{ l/d} = 108\,460 \text{ m}^3/\text{d}$

$$= 108\,460 \times 90 = 9\,761 \times 10^3 \text{ m}^3$$

A estimativa do volume total de águas residuais domésticas tratadas nas ETAR's em causa, para o ano de 2006 será de $20\,176 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$

4.5 Potencial Energético da biomassa animal proveniente da actividade pecuária

4.5.1 Introdução

Os resíduos orgânicos constituídos pelo excreta animal produzido nas explorações pecuárias com os animais estabulados podem ser tratados em instalações de digestão anaeróbia. Deste modo, pode reduzir-se apreciavelmente o carácter poluente do excreta, permitindo ainda a sua utilização posterior como fertilizante orgânico.

De referir que a digestão anaeróbia tem vindo a ser utilizada há longos anos para tratamento dos sólidos orgânicos existentes, em suspensão, no esgoto doméstico e nos efluentes com elevada carga orgânica. Estes sólidos são separados por decantação na entrada das ETAR's e ETAR's, dando origem à lama, que a seguir é tratada por digestão anaeróbia, originando o biogás, que é um combustível gasoso que pode ser utilizado como fonte energética, como já foi referido diversas vezes neste trabalho.

Em explorações pecuárias, o aproveitamento do excreta animal para produção de biogás só é obviamente possível com os animais estabulados, estando deste modo o problema da recolha do excreta resolvido, e com uma dimensão que justifique economicamente os investimentos necessários ao processo.

No Plano Energético do Algarve feito em 1993 (2), o potencial energético da actividade pecuária só contemplava a suinicultura e, deste sector, somente as explorações dos concelhos de Monchique, Silves e Tavira que, à data, tinham um efectivo de cerca de 70 000 cabeças.

Em 1999, ano dos últimos valores estatísticos disponibilizados pelo INE (8), o valor do efectivo de suínos no conjunto destes 3 concelhos tinha baixado para 41 000 cabeças. Apesar desta baixa significativa verifica-se, como se apresenta em seguida, que há ainda um potencial energético com apreciável valor económico a explorar e com reais benefícios para o meio ambiente.

No Algarve há, também, um potencial energético de excreta de bovinos que não é desprezável se se vier a verificar que há explorações com número significativo de animais estabulados.

A breve análise da situação das explorações avícolas de galinhas poedeiras, já apresentada em relatório anterior, mostrou que não têm dimensão que permita justificar o aproveitamento do potencial energético do biogás por tratamento do respectivo excreta por digestão anaeróbia.

O mesmo se passa quanto aos efectivos de ovinos e caprinos, dado tratar-se de espécies não estabuladas. O excreta destes efectivos não apresenta dimensão que possa proporcionar um potencial energético com um valor significativo.

No Quadro 26 podem ver-se os efectivos pecuários do País e do Algarve reportados a 31/12/2002 - bovinos, suínos, ovinos e caprinos (4,8).

Quadro 26 - Efectivos pecuários, em 2002, referentes a Portugal e ao Algarve

Efectivos Pecuários, por Espécie, em 1.12.2002

| ESPÉCIES | Algarve | Portugal |
|---|---------------------|--------------|
| | Milhares de cabeças | |
| Total de Bovinos | 11 | 1 395 |
| Vitelos com menos de 1 ano | 3 | 393 |
| Vacas | 5 | 700 |
| Leiteiras | 1 | 341 |
| Outras | 4 | 359 |
| Total de Suínos | 64 | 2 344 |
| Leitões com peso vivo inferior a 20 Kg | 21 | 686 |
| Porcos de engorda com peso superior a 50 Kg | 19 | 744 |
| Porcas cobertas | 5 | 211 |
| Total de Ovinos | 69 | 3 457 |
| Ovelhas e Borregas cobertas | 56 | 2 279 |
| Outros Ovinos | 14 | 1 178 |
| Total de Caprinos | 22 | 538 |
| Cabras e Chibas cobertas | 17 | 391 |
| Outros Caprinos | 5 | 148 |

Fonte: INE, Estatísticas Agrícolas.

Notas: Os dados são provisórios.

4.5.2. Avaliação do potencial energético expresso em biogás

4.5.2.1. Suiniculturas

A suinicultura do Algarve, de acordo com os valores das estatísticas do INE (8) tinha em 1999 um efectivo total de 67 558 animais distribuídos por 4 174 explorações (Quadro 27).

Quadro 27 - Suinicultura do Algarve em 1999

| | |
|--------------------|--------|
| Nº explorações | 4 174 |
| Efectivo animal | 67 558 |
| Animais/exploração | 262 |

No Quadro 28 é apresentada a distribuição deste efectivo pelos concelhos do território (8).

Quadro 28 - Efectivo suinícola do Algarve: distribuição concelhia (1999)

| | Albufeira | Alcoutim | Aljezur | Castro Marim | Faro | Lagoa | Lagos | Loulé | Monchique | Olhão | Portimão | São Brás de Alportel | Silves | Tavira | Vila do Bispo | Vila Real de Santo António |
|-------------|-----------|----------|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|----------|----------------------|--------|--------|---------------|----------------------------|
| expl (nº) | 90 | 253 | 307 | 273 | 130 | 51 | 255 | 633 | 479 | 89 | 196 | 70 | 647 | 605 | 60 | 36 |
| effect (nº) | 472 | 1.446 | 3.081 | 1.200 | 7.451 | 2.858 | 1.629 | 4.450 | 27.522 | 352 | 2.880 | 386 | 11.021 | 2.478 | 195 | 137 |
| Anim/explor | 5 | 6 | 10 | 4 | 57 | 56 | 6 | 7 | 57 | 4 | 15 | 6 | 17 | 4 | 3 | 4 |

Pela análise deste quadro, Monchique é, claramente, o concelho com maior efectivo, com cerca de 40% do total de animais existentes no Algarve. Seguem-se, por ordem de importância, os concelhos de Silves, Faro, Loulé e Aljezur. O efectivo suinícola deste conjunto de 5 concelhos (53 525) representa cerca de 80% do efectivo suinícola do Algarve (67 558).

As explorações existentes com efectivos superiores a 1 000 animais, distribuem-se por concelhos do seguinte modo (Quadro 29):

Quadro 29 - Explorações de suínos do Algarve com efectivo > 1000 animais

| Explorações com >1000 suínos: | | | |
|-------------------------------|-----------|----------------------------|----------------|
| Concelho | Nº | Efectivo médio (an/explor) | Efectivo Total |
| ALJEZUR | 1 | 2 000 | 2 000 |
| FARO | 1 | 6 800 | 6 800 |
| LAGOA | 1 | 1 400 | 1 400 |
| MONCHIQUE | 6 | 2 275 | 13 650 |
| PORTIMÃO | 1 | 1 000 | 1 000 |
| SILVES | 2 | 1 670 | 3 340 |
| Total | 12 | 2 349 | 28 190 |

O aproveitamento energético do efluente destas explorações pode fazer-se a partir da sua digestão anaeróbia e subsequente aproveitamento do biogás.

A construção de ETAR's para o tratamento destes efluentes requer investimentos elevados, em particular se se quiser tirar partido do valor potencial da matéria orgânica para produção de biogás. A justificação económica depende da dimensão da exploração o que, no caso do Algarve, é em regra, desfavorável.

Como é conhecido, o Concelho de Monchique apresenta características de dimensão que provocam uma situação ambiental problemática devido a deficiente funcionamento das estações de tratamento apoiando as explorações, ou mesmo devido à sua inexistência. Como é do conhecimento público, de há muito que são feitos esforços para a criação de sistemas centralizados para tratamento dos efluentes destas suiniculturas. Em nosso entender é uma solução adequada a adoptar, com uma ou mais instalações centralizadas, com digestão anaeróbia, tratando a totalidade dos efluentes sendo o biogás produzido utilizado para produção de electricidade.

Como é óbvio, deve haver grande empenhamento dos empresários na concretização da solução que, embora com ajudas sempre desejáveis do Ministério do Ambiente e/ou do Ministério da Economia, terão naturalmente que financiar uma fatia substancial dos custos de construção e apetrechamento das instalações e também que garantir a sua exploração.

Para o cálculo do potencial energético excluem-se as pequenas explorações (405) com menos de 20 animais num total de 1516 animais que, com um efectivo médio de 3,7 an./exploração são essencialmente criações dos chamados porcos de chiqueiro, de economia familiar. Com este pressuposto, o potencial energético do efluente das explorações suinícolas do concelho de Monchique, será o seguinte.

Monchique:

Efectivo animal : Efectivo total - 1516 = 26 006 animais

Considerando que o peso médio deste efectivo é de 50 kg/animal e que o excreta de um porco de 50 kg produz cerca de 130 l biogás/dia, obtem-se,

$$26\ 006 \times 130 = 3\ 380\ m^3/d = 140\ m^3/h$$

O conteúdo energético deste biogás, admitindo uma composição média de 70% de metano, a que corresponde um poder calorífico de cerca de 25 MJ/m³, será 3 500 MJ/h ou 30 660 000 MJ/ano

Se este biogás for utilizado em cogeração e admitindo uma disponibilidade do(s) grupo(s) de 300 dia/ano, com um rendimento de conversão de 30%, a energia eléctrica disponível por ano será:

$$30\,660\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 7\,560\,000 \text{ MJ/ano}$$

Considerando ainda que a valorização da EE corresponde a 0,1 €/kWh teremos uma remuneração bruta anual de:

$$7\,560\,000 \times 0,1 < > 2\,100\,000 \text{ kWh/ano} < > 210\,000 \text{ €/ano}$$

As explorações de dimensão inferior a 1000 animais estão distribuídas por concelhos de acordo com os Quadros 30, 31 e 32 já apresentados no anterior relatório.

Quadro 30 - Explorações suinícolas do Algarve com efectivo de 400 a 999 animais

| Explorações com 400 a 999 suínos: | | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------|
| Concelho | Nº | Efectivo médio an/explor | Efectivo Total |
| ALCOUTIM | 1 | 450 | 450 |
| LAGOA | 1 | 900 | 900 |
| LOULÉ | 2 | 795 | 1 590 |
| MONCHIQUE | 13 | 544 | 7 076 |
| PORTIMÃO | 1 | 500 | 500 |
| SILVES | 3 | 638 | 1 913 |
| Total | 21 | | 12 429 |

Quadro 31 - Explorações suinícolas do Algarve com efectivo de 200 a 399 animais

| Explorações com 200 a 399 suínos: | | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| Concelho | Nº | Efectivo médio an/explor | Efectivo Total |
| CASTRO MARIM | 1 | 200 | 200 |
| LAGOS | 1 | 200 | 200 |
| MONCHIQUE | 9 | 293 | 2 635 |
| PORTIMÃO | 1 | 230 | 230 |
| SILVES | 5 | 276 | 1 381 |
| Total | 17 | | 4 646 |

Quadro 32 - Explorações suinícolas do Algarve com efectivo de 100 a 199 animais

| Explorações com 100 a 199 suínos: | | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| Concelho | Nº | Efectivo médio an/explor | Efectivo Total |
| ALJEZUR | 1 | 190 | 190 |
| FARO | 1 | 180 | 180 |
| LAGOA | 1 | 190 | 190 |
| LOULÉ | 5 | 125 | 626 |
| MONCHIQUE | 8 | 145 | 1 158 |
| PORTIMÃO | 1 | 140 | 140 |
| SILVES | 5 | 146 | 733 |
| TAVIRA | 1 | 147 | 147 |
| Total | 23 | | 3 364 |

Para efeito do cálculo do potencial energético relativo a este sector só faz sentido considerar os concelhos com maiores efectivos suinícolas. Assim à semelhança dos cálculos apresentados para o concelho de Monchique teremos para Silves, Faro, Loulé o potencial energético que se apresenta em seguida.

Silves:

Excluindo 592 explorações, com menos de 20 animais, que representam 1895 animais, com um efectivo médio de 3,2 an./exploração, o potencial em biogás será o seguinte:

Efectivo animal : Efectivo total - 1 895 = 9 126 animais

$$9\,126 \times 130 = 1\,186\,380 \text{ m}^3/\text{d} \text{ ou seja } 49\,433 \text{ m}^3/\text{h}$$

Com os pressupostos anteriores, o conteúdo energético deste biogás será:

$$49 \times 25 = 1\,225 \text{ MJ/h} = 10\,731\,000 \text{ MJ/ano}$$

e em cogeração, a energia eléctrica disponível por ano será:

$$10\,731\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 2\,646\,000 \text{ MJ/ano}$$

Com uma remuneração bruta anual de:

$$2\,646\,000 \text{ MJ/ano} = 735\,000 \text{ kWh/ano} = 73\,500 \text{ €/ano}$$

Faro:

128 explorações, com menos de 20 animais, que representam 327 animais, com um efectivo médio de 2,6 an./exploração, o potencial em biogás será:

Efectivo animal : Efectivo total - 327 = 7 451 - 327 = 7 124 animais

$$7\,124 \times 130 = 926\,120 \text{ m}^3/\text{d} \text{ ou seja } 38\,588 \text{ m}^3/\text{h}$$

Com os pressupostos anteriores, o conteúdo energético deste biogás será:

$$38 \times 25 = 950 \text{ MJ/h} = 8\,220\,000 \text{ MJ/ano}$$

e em cogeração, a energia eléctrica disponível por ano será:

$$8\,220\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 2\,052\,000 \text{ MJ/ano}$$

Com uma remuneração bruta anual de:

$$2\,052\,000 \text{ MJ/ano} = 570\,000 \text{ kWh/ano} = 57\,000 \text{ €/ano}$$

Loulé:

606 explorações, com menos de 20 animais, que representam 1 514 animais, com um efectivo médio de 2,5 an./exploração, será o seguinte.

Efectivo animal : Efectivo total - 1 514 = 11 021 - 1 514 = 9 507 animais

$$9\,507 \times 130 = 1\,236\,910 \text{ m}^3/\text{d} \text{ ou seja } 51\,538 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como anteriormente, o conteúdo energético deste biogás será:

$$51 \times 25 = 1\,275 \text{ MJ/h} = 30\,600 \text{ MJ/d} = 11\,169\,000 \text{ MJ/ano}$$

e em cogeração, a energia eléctrica disponível por ano será:

$$11\,169\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 2\,754\,000 \text{ MJ/ano}$$

Com uma remuneração bruta anual de:

$$2\,754\,000 \text{ MJ/ano} = 765\,000 \text{ kWh/ano} = 76\,500 \text{ €/ano}$$

Aljezur:

301 explorações, com menos de 20 animais, que representam 686 animais, com um efectivo médio de 2,3 an./exploração, será o seguinte.

Efectivo animal : Efectivo total - 686 = 3 081 - 686 = 2 395 animais

$$2\,395 \times 130 = 311 \text{ m}^3/\text{d} \text{ ou seja } 13 \text{ m}^3/\text{h}$$

Com os pressupostos anteriores, o conteúdo energético deste biogás será:

$$13 \times 25 = 325 \text{ MJ/h} = 7\,800 \text{ MJ/d} = 2\,847\,000 \text{ MJ/ano}$$

e em cogeração, a energia eléctrica disponível por ano será:

$$2\,847\,000 \times 300/365 \times 0,3 = 702\,000 \text{ MJ/ano}$$

Com uma remuneração bruta anual de:

$$702\,000 \text{ MJ/ano} = 195\,000 \text{ kWh/ano} = 19\,500 \text{ €/ano}$$

Em resumo, teremos um potencial em biogás e em produção de energia eléctrica, com a respectiva remuneração bruta anual para o sector suinícola conforme consta do Quadro 33

Quadro 33 - Potencial energético em biogás para o sector suinícola, produção de energia eléctrica e correspondente remuneração bruta anual

| Concelhos | Biogás (m ³ /d) | Conteúdo energético (MJ/ano) | Energia eléctrica disponível (kWh/ano) | Remuneração Bruta (€/ano) |
|-----------|-------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|
| Monchique | 3 380 | 30 660 000 | 2 100 000 | 210 000 |
| Silves | 1 186 | 10 731 000 | 735 000 | 73 500 |
| Faro | 926 | 8 322 000 | 570 000 | 57 000 |
| Loulé | 1 236 | 11 169 000 | 765 000 | 76 500 |
| Aljezur | 311 | 2 847 000 | 195 000 | 19 500 |
| Total | 7 039 | 63 729 000 | 4 365 000 | 436 500 |

Quadro 35 - Boviniculturas com estabulação permanente, no Algarve

| Concelho | Freguesia | Morada | Nº de bovinos |
|-------------------|----------------|------------------------|---------------|
| Tavira | Conceição | Alvisquer | 40 |
| Tavira | Conceição | Alvisquer | 7 |
| V. R. Stº António | V. N. Cacela | Quinta da Terra Branca | 16 |
| Loulé | Almancil | Paço Branco | 23 |
| S. B. Alportel | S. B. Alportel | Portela | 30 |
| Silves | Messines | Fonte João Luís | 25 |
| Faro | S. Pedro | Vale da Venda | 15 |
| Faro | S. Pedro | Vale da Venda | 10 |

A partir destes dados, verifica-se que no Algarve não existem explorações intensivas de bovinos com animais estabulados permanentemente, que justificadamente viabilizem o tratamento do excreta por digestão anaeróbia e consequente aproveitamento energético do biogás. O destino final de todo o excreta deverá ser, nalguns casos a codigestão, por exemplo, com excreta de suínos, noutros a compostagem seguida de utilização do composto em agricultura.

Assim, só um estudo mais aprofundado, concelho a concelho, caso a caso, permitirá avaliar a possibilidade de parte do excreta dos bovinos poder justificar o seu tratamento numa instalação colectiva de digestão anaeróbia com aproveitamento energético do biogás.

4.5.2.3. Aviculturas

No que diz respeito à avicultura, numa primeira análise do sector na região algarvia relativamente ao seu potencial energético em termos de biogás, considerou-se somente a fileira das galinhas poedeiras e reprodutoras dado que só o tipo de criação deste tipo de animais tem características que permitem utilizar a digestão anaeróbia no tratamento dos efluentes.

No Quadro 36 pode ver-se a situação do sub-sector das galinhas poedeiras e reprodutoras na região do Algarve (8).

Quadro 36 - N° de explorações e efectivo de galinhas poedeiras e reprodutoras no Algarve

| | N° explorações | N° animais |
|-----------------------------------|----------------|------------|
| Galinhas poedeiras e reprodutoras | 10 638 | 133 470 |

Verifica-se que existe um valor do ratio n° animais/n° explorações muito baixo (cerca de 13). No Quadro 37 pode ver-se o número de explorações, por concelho, e os respectivos efectivos totais.

Quadro 37 - N° de explorações de galinhas poedeiras e reprodutoras e efectivo animal no Algarve

| Concelho | n° explorações | Efectivo animal | n° an./n° expl. |
|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Albufeira | 530 | 4021 | 7,6 |
| Alcoutim | 694 | 5465 | 7,9 |
| Aljezur | 497 | 5128 | 10,3 |
| Castro Marim | 549 | 4756 | 8,7 |
| Faro | 682 | 5366 | 7,9 |
| Lagoa | 217 | 2045 | 9,4 |
| Lagos | 434 | 5313 | 12,2 |
| Loulé | 1943 | 56211 | 28,9 |
| Monchique | 576 | 5308 | 9,2 |
| Olhão | 607 | 5169 | 8,5 |
| Portimão | 352 | 4105 | 11,7 |
| S. Brás de Alportel | 248 | 2201 | 8,9 |
| Silves | 1520 | 12043 | 7,9 |
| Tavira | 1485 | 12966 | 8,7 |
| Vila do Bispo | 110 | 1505 | 13,7 |
| V. R. Sto. António | 194 | 1868 | 9,6 |

Só é possível viabilizar uma estação de tratamento de efluentes de galinhas poedeiras, com digestão anaeróbia, se houver efluente correspondente a um efectivo de algumas dezenas de milhares de animais. Como se verifica, no Algarve, não parece haver qualquer situação deste tipo, nem mesmo considerando a hipótese de uma estação colectiva de tratamento para explorações situadas em alguns concelhos contíguos.

Nesse contexto, não foram contabilizados os efectivos relativos a aviculturas para o cálculo do potencial energético deste sector.

4.5.3. Efluentes da actividade agro-industrial

A actividade agro-industrial pode produzir efluentes líquidos (águas residuais) e/ou resíduos sólidos que representam potencialmente um valor energético apreciável.

Tal como já foi referido e equacionado para o caso dos RSU's, também os efluentes da indústria agro-alimentar, de acordo com as suas características físico-químicas, são mais adequados à produção de energia por digestão anaeróbia, ou por processos termoquímicos.

Sob o ponto de vista da produção de biogás interessa principalmente avaliar e considerar o tratamento dos efluentes líquidos da indústria agro-alimentar. O seu sistema de tratamento pode incluir a digestão anaeróbia, sendo mesmo aconselhada quando nos confrontamos com grandes caudais diários a tratar e com uma carga orgânica relativamente baixa.

Contudo, a indústria agro-alimentar algarvia é uma actividade com um peso relativamente fraco no contexto da actividade económica da região e as unidades agro-industriais com dimensão que dêem origem a caudais de efluentes com volumes que justifiquem a instalação de ETAR's com tratamento por digestão anaeróbia e aproveitamento energético do biogás são muito poucas.

As unidades do sector da produção de cerveja e de bebidas não alcoólicas, as chamadas soft-drinks, são as que oferecem melhor potencial energético pela sua dimensão e por laborarem todo o ano embora com maiores volumes de produção na época de verão. O tratamento dos seus efluentes pode ser feito com recurso à digestão anaeróbia, com aproveitamento energético do biogás produzido.

Refere-se que, considerando o volume de efluente e a respectiva carga orgânica, expressa em CQO por volume de produção de cerveja e de bebidas não alcoólicas (30), as produções estimadas de biogás são as apresentadas no Quadro 38.

Quadro 38 - Potencial de produção de biogás nos sectores do fabrico das cervejas e das bebidas não alcoólicas (refrigerantes)

| | Produção de efluente (m ³ efluente/m ³ produção) | CQO (kg O ₂ / m ³) | Produção de biogás (m ³ biogás/m ³ efluente tratado) |
|------------------------|---|--|---|
| Cervejas | 4 - 5 | 2 - 3,5 | 0,7 - 1,2 |
| Bebidas não alcoólicas | 8 | 2 - 4 | 0,7 - 1,4 |

No fabrico de cerveja, o Algarve tem uma unidade de produção, em Loulé, que produziu, em 2004, 34 439 m³ de cerveja. Esta unidade não produz refrigerantes (informação recolhida junto da empresa).

De acordo com o Quadro 38, a este volume de produção deverá corresponder um volume de efluente igual a $34\,439 \times 4 = 137\,756 \text{ m}^3$.

A este volume de efluente corresponde uma carga orgânica, expressa em CQO (Kg O₂/m³ efluente) de cerca de

$$137\,756 \times 2,75 = 378\,829 \text{ Kg O}_2$$

Considerando que o valor teórico da conversão do CQO em biogás é 0,35 m³ CH₄/Kg CQO removido e que o rendimento de remoção é de 50%, o metano produzido será:

$$378\,829 \times 0,35 = 132\,590 \text{ m}^3$$

Considerando ainda que este metano é libertado num biogás com 70% de metano ter-se-á um volume global anual de:

$$132\,590/0,7 = 189\,400 \text{ m}^3/\text{ano de biogás, com um PCI} = 23\,027 \text{ kJ/m}^3$$

Por informação dada por responsável desta unidade, já foi estudada a viabilidade de introdução da digestão anaeróbia na ETAR existente, tendo sido concluída a sua não viabilidade.

Relativamente ao fabrico de refrigerantes, a carga bruta rejeitada, expressa em CQO, no ano de 1979, foi de 320 kg O₂/d.

Não foi ainda possível obter informação mais recente sobre as unidades presentemente em laboração, que produzem exclusivamente sumos de laranja com a matéria prima cultivada e recolhida localmente.

No Algarve, a indústria de processamento da alfarroba é também uma actividade relevante no panorama das agro-indústrias da região. Esta indústria produz um efluente com uma carga

orgânica apreciável embora com características físico-químicas que torna particularmente difícil o seu tratamento. Foi realizado no INETI, em anos recentes, um estudo relativo ao tratamento destes efluentes tendo sido desenvolvido, a nível laboratorial, um processo de tratamento químico/bioquímico. Posteriormente foi desenvolvida uma instalação piloto montada numa das fábricas, que mostrou a viabilidade da inclusão da digestão anaeróbia na redução da matéria orgânica deste efluente.

No Algarve existe também a produção de aguardentes vínicas, embora com uma dimensão pouco significativa. No que diz respeito à aguardente de figo existia uma destilaria no concelho de Silves que se destacava pela sua dimensão, com uma capacidade de produção de cerca de 5 000 l/d. Devido à redução da produção de figo que se tem verificado, tem hoje em dia uma actividade bastante reduzida.

Porém, existem ainda cerca de 200 destilarias de pequena dimensão para produção de aguardente de medronho, produto regional típico. O seu fabrico dá origem a um efluente com grande carga orgânica que não pode, nem deve, ser descarregado no ambiente sem tratamento. Em termos de CQO a produção de 1l de aguardente de medronho produz cerca de 20 l de efluente com 25 a 130 g CQO/l de efluente (23). Dada a actividade sazonal destas destilarias e a sua pequena dimensão os efluentes que produzem poderão vir a ser tratados em instalações colectivas em conjunto com outros efluentes de natureza orgânica.

Uma outra possibilidade de tratamento dos efluentes destas pequenas unidades é estabelecer um acordo com as Águas do Algarve para codigestão nos grandes sistemas de tratamento das águas residuais domésticas.

Não se trata de um caso virgem. A codigestão tem sido intensamente estudada e aplicada na Dinamarca que é o país onde existem mais instalações do género a funcionar. Em Portugal estamos ainda no princípio, devendo ser salientado o caso da ETAR de águas residuais domésticas de Abrantes que trata também, em codigestão, águas ruças de pequenos lagares de azeite da região.

4.5.4. Resíduos da indústria agro-alimentar

Na região do Algarve, para o cálculo dos resíduos provenientes das indústrias agro-alimentares, foram considerados três tipos de actividades: produção de azeite, produção de vinho e produção de amêndoa.

A produção de bagaço de azeitona em Portugal foi de cerca de 120 000 t na campanha de 1999/2000. A produção de azeite no Algarve representa cerca de 2,4% do total nacional. Admitindo que a região algarvia apresenta a mesma percentagem na produção de resíduos,

que se verifica a nível nacional, a disponibilidade em bagaço de azeitona representará um montante anual de cerca 2 880 t.

A produção de vinho na região do Algarve está espalhada por uma área de cultivo de 2 193 ha. Admitindo que 1 ha de vinha para vinho, dá origem a cerca de 250 kg de engaço, a quantidade total anual de engaço de vinificação pode ser estimada em cerca de 548 t.

Quanto às vides provenientes da poda anual, os valores estão já referidos no ponto relativo aos resíduos agrícolas.

Sabendo que são produzidas anualmente 3 297 t de amêndoa e admitindo que o peso da casca é 3,5 vezes superior ao do miolo, obtém-se como quantitativo anual o valor de 2 564 t de casca de amêndoa.

Os valores acima indicados, relativos à produção dos produtos agro - alimentares referidos, foram retirados das estatísticas agrícolas publicadas pelo INE em 2001 (8). Relativamente às hipóteses assumidas para determinação das quantidades de resíduos gerados, as mesmas estão de acordo com valores médios utilizados neste tipo de cálculo, segundo o relatório “ Sistema de Resíduos Sólidos da Região do Algarve - CCRAlg, 1992” (11).

No Quadro 39 apresentam-se as estimativas para o potencial energético destes resíduos, tendo em conta os poderes caloríficos dos resíduos considerados. Considerando uma eficiência de conversão de 70%, tal como já foi considerado neste relatório para outros resíduos, obtém-se para potencial energético, associado aos resíduos provenientes das indústrias agro - alimentares, o valor de 1 551 tep.

Quadro 39 - Potencial energético de resíduos das indústrias agro-alimentares

| Resíduo | Poder calorífico kcal/kg | Potencial energético tep |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Bagaço de azeitona | 3 000 | 864 |
| Engaço de vinificação | 5 000 | 274 |
| Casca de amêndoa | 4 200 | 1 077 |
| Total | | 2 215 |
| Total ($\eta=70\%$) | | 1 551 |

4.5.5. Resíduos da indústria transformadora da madeira

O sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário é bastante heterogéneo, possuindo, no entanto, algumas características de referência:

- Predomínio de pequenas e médias empresas (muitas das quais com estrutura familiar).
- Níveis de produtividade muito diferentes.
- Mão de obra pouco qualificada.
- Grandes diferenças no nível das tecnologias utilizadas.

É de referir que 99,4% das empresas deste sector empregam menos de 100 trabalhadores, o que reforça a ideia da reduzida dimensão das mesmas.

A grande maioria dos resíduos de madeira gerados nesta indústria são reaproveitados em diferentes utilizações, tais como: matéria prima para a indústria dos aglomerados e contraplacados, aquecimento, agricultura, etc..

A região do Algarve tem 127 empresas do sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário, o que no total nacional de 6998 empresas, corresponde a uma percentagem de 1,8 %.(24).

Segundo o decreto de lei nº 182/93, de 14 de Maio, o sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário, engloba duas divisões: a Indústria da Madeira (CAE 20) e a da Fabricação de Mobiliário (CAE 36). No caso específico da região do Algarve, estão presentes 3 subsectores: as Serrações de Madeira (CAE 20101), as Carpintarias (CAE 20302, 20400, 20511 e 20512) e o Fabrico de Mobiliário (CAE 36110, 36120, 36130 e 36141).

A distribuição de empresas por subsector é indicada nas Figuras 9 e 10, respectivamente para o total do país e para a região do Algarve (24).

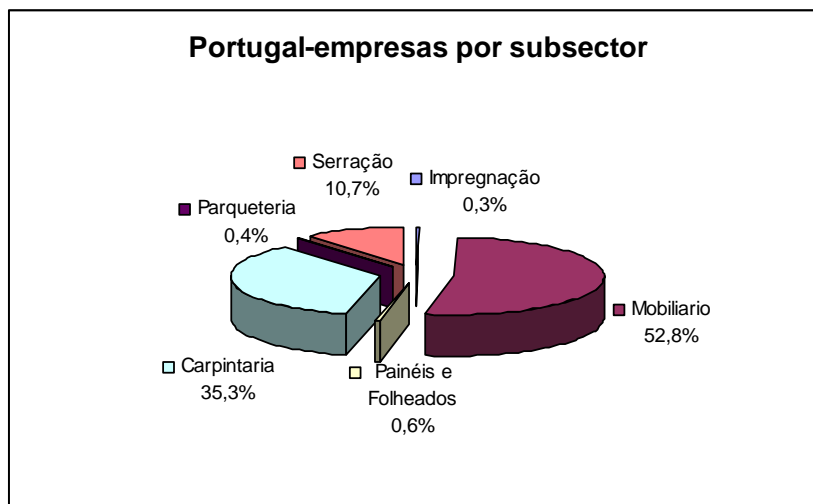


Figura 9 - Distribuição de empresas por subsector em Portugal

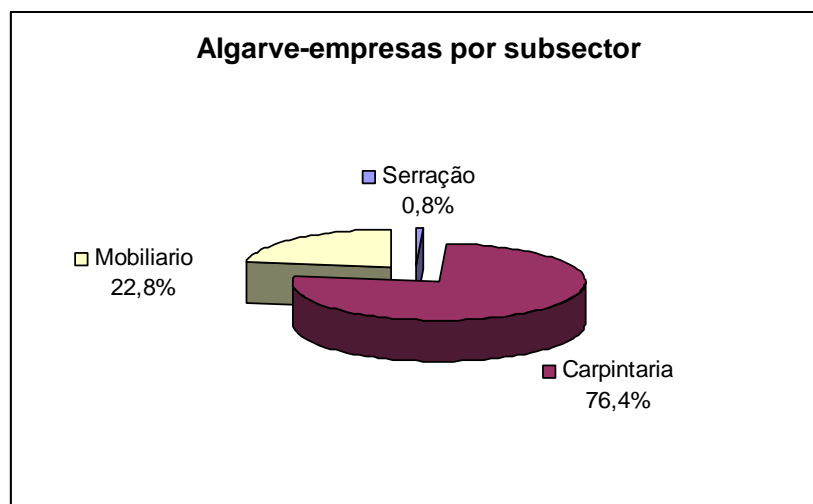


Figura 10 - Distribuição de empresas por subsector no Alg

4.5.5.1. Volume de vendas por região geográfica

As empresas que pertencem à divisão da Indústria da Madeira (CAE 20), contribuem com 63,2 % para o total do volume de vendas a nível nacional, que é de 2 167 137 milhares de euros, sendo os restantes 36,8 % provenientes da Fabricação de Mobiliário (CAE 36) (24).

A distribuição do volume de vendas pelas diferentes regiões é apresentada na Figura 11.

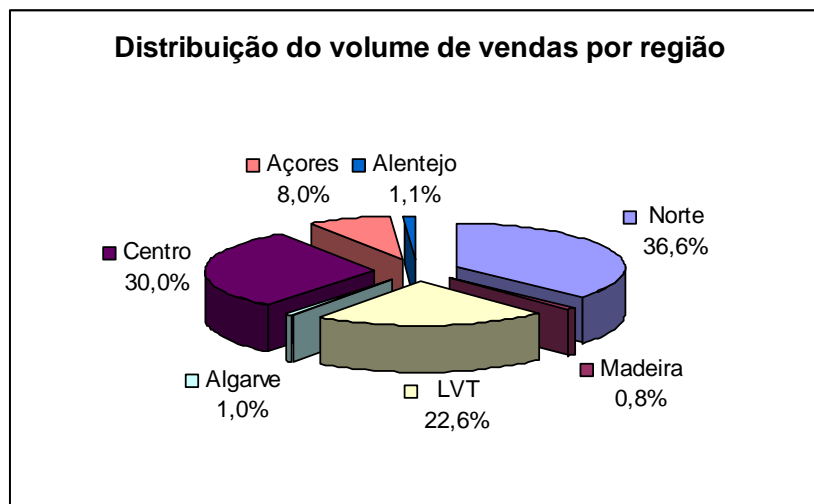


Figura 11 - Volume de vendas por região

4.5.5.2. Quantidade de resíduos de madeira gerados na região do Algarve

Para os três subsectores existentes na região do Algarve, indicam-se no Quadro 40 os valores registados a nível nacional para o consumo de matéria prima e rendimento médio da sua utilização.

Quadro 40 - Consumo e rendimento de utilização da matéria prima por subsector em Portugal (1998).

| Subsector | Consumo de matéria prima (m ³ /ano) | Rendimento médio (%) |
|-------------|---|-------------------------|
| Serração | 2 941 176* | 40 |
| Carpintaria | 871 765 | 65,5 |
| Mobiliário | 492 533 | 60,5 |

*matéria prima sem casca

Fonte: documentação anexa ao Contrato de Adaptação Ambiental e informação recolhida durante as visitas às empresas do sector.

Com a informação contida no Quadro 40, é possível calcular as quantidades de resíduos de madeira gerados em cada subsector em Portugal.

No caso particular do subsector da Serração, o Ofício ref. SRR.206, de 03/08/98 do Instituto de Resíduos, considera que os materiais: costaneiras, serrim, serradura, aparas, fitas e resíduos de madeira produzidos nas serrações podem ser considerados como subprodutos, desde que cumpram os seguintes requisitos:

- sejam resultantes da serração de madeira ainda não submetida à primeira utilização,
- estejam isentos de qualquer contaminante,
- sejam sujeitos a um circuito comercial e económico perfeitamente definido,
- sejam directa e completamente utilizados como matéria prima no processo.

No cálculo da quantidade de resíduos de madeira gerados neste subsector, considerou-se, assim, que grande parte dos desperdícios são na realidade subprodutos, como se pode ver na Figura 12. Tendo por base as considerações apresentadas o valor apurado para este tipo de resíduos é de 8 137 m³.

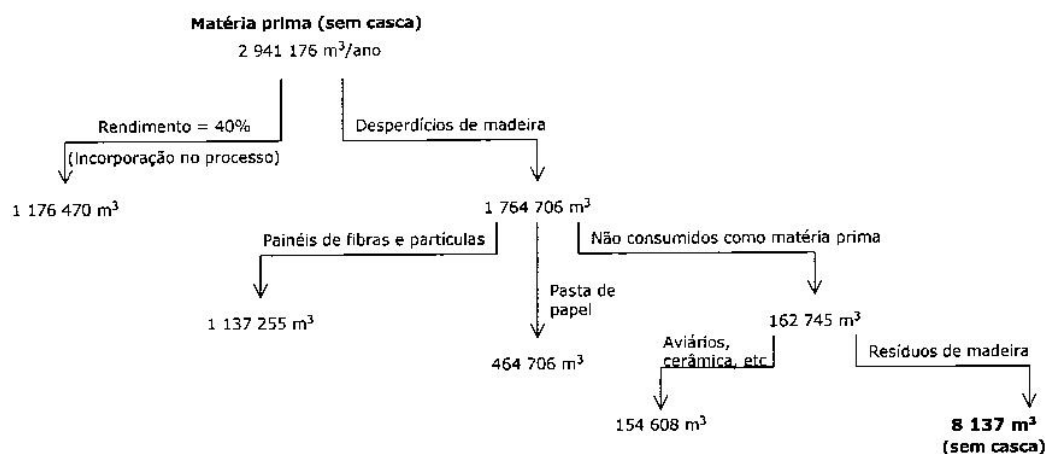


Figura 12 - Resíduos produzidos pelas serrações em Portugal

Para além dos resíduos acima indicados, é também necessário ter em consideração a casca, que nas indústrias de serração no ano de 1998 teve uma produção de 362 745 m³. Adicionando este valor aos 8 137 m³ de resíduos de madeira, obtemos um valor global de 370 882 m³ de resíduos de madeira provenientes das indústrias de Serração em Portugal (25).

Com base nos dados indicados no Quadro 40, é possível calcular, de forma directa, a quantidade de resíduos de madeira gerados em Portugal, para os subsectores da Carpintaria e Mobiliário, cujos valores são apresentados no Quadro 41. Sabendo que o volume de vendas na

região do Algarve é cerca de 1% do total nacional, e admitindo a mesma proporção na produção de resíduos, obtém-se a quantidade de resíduos de madeira gerados na região do Algarve.

Quadro 41 - Quantidade de resíduos de madeira gerados anualmente em Portugal e no Algarve (1998).

| Subsector | Quantidade anual (m ³) | | Quantidade anual (ton) | |
|--------------|------------------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| | Portugal | Algarve | Portugal | Algarve |
| Serração | 370 882 | 3 709 | 178 023 | 1 780 |
| Carpintaria | 300 759 | 3 008 | 144 364 | 1 444 |
| Mobiliário | 194 551 | 1 946 | 93 384 | 934 |
| Total | 866 192 | 8 662 | 415 771 | 4 158 |

No cálculo das quantidades mássicas dos resíduos de madeira foram considerados os seguintes pressupostos:

- 1 m³ de madeira verde corresponde a 0,8 ton de madeira verde,
- 1 ton de madeira verde corresponde a 0,6 ton de madeira seca ao ar (18% de humidade),
- Os volumes correspondem a volumes sólidos, ou seja, matéria prima real.

Com base na estimativa da quantidade de matéria prima consumida e dos rendimentos médios associados a cada uma das operações produtivas utilizadas nos vários subsectores, obtém-se uma estimativa da distribuição percentual dos vários tipos de resíduos gerados em cada subsector e cujos valores se podem visualizar nas Figuras 13 a 15 (25).

Composição média dos resíduos gerados em cada subsector

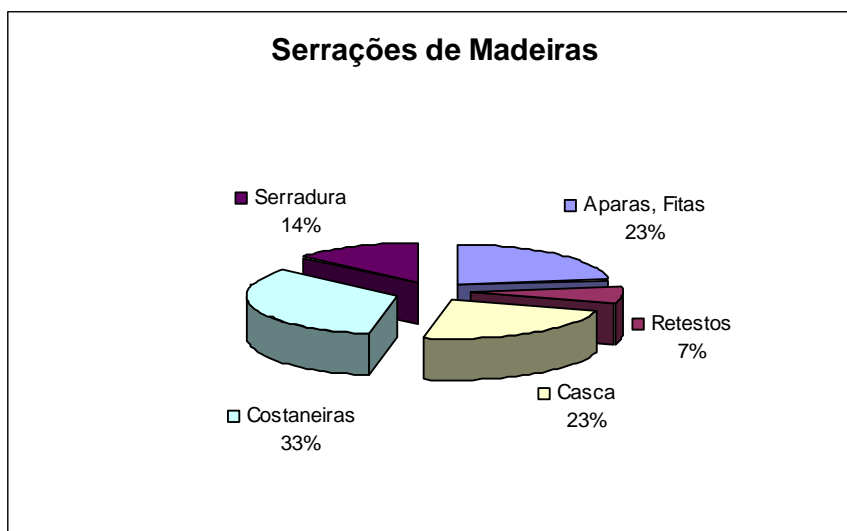


Figura 13 - Ponderação dos tipos de resíduos produzidos pelas serrações

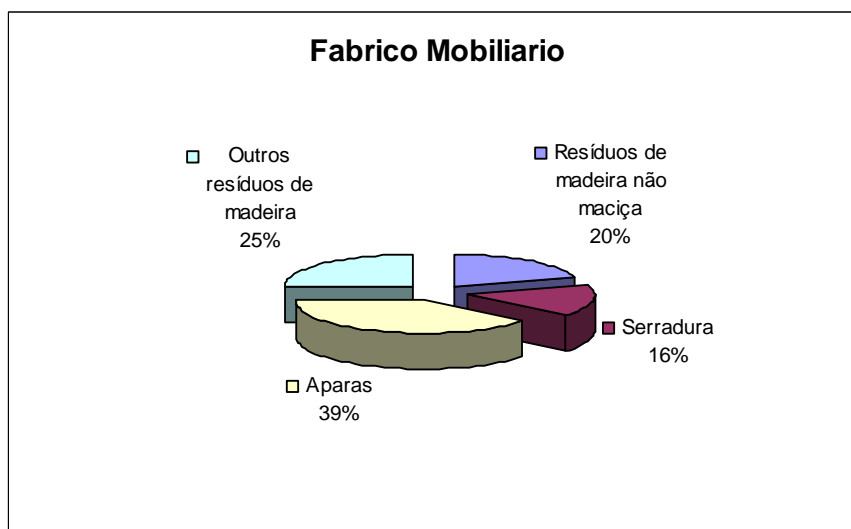


Figura 14 - Ponderação dos tipos de resíduos produzidos no fabrico de mobiliário

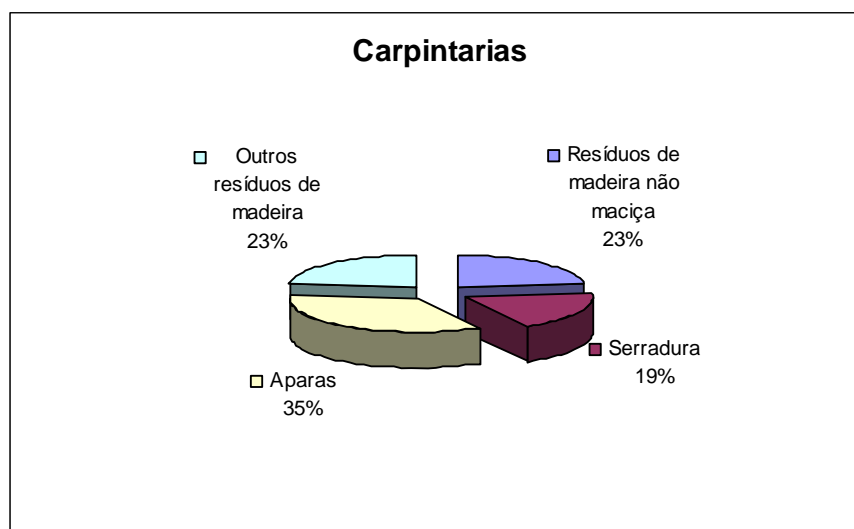


Figura 15 - Resíduos produzidos pelas carpintarias em Portugal

Com base na composição média dos resíduos de cada subsector e na quantidade anual dos mesmos produzida na região do Algarve, apresenta-se no Quadro 42 a quantidade gerada para cada resíduo, na região do Algarve

Quadro 42 - Resíduos anuais da indústria da madeira e mobiliário no Algarve

| Tipo de resíduo | Quantidade anual (ton) |
|--------------------------------|------------------------|
| | Algarve |
| Aparas, fitas | 1279,1 |
| Retestos | 124,6 |
| Casca | 409,4 |
| Costaneiras | 587,4 |
| Serradura | 673 |
| Resíduos de madeira não maciça | 518,9 |
| Outros resíduos de madeira | 565,6 |
| Total | 4 158 |

Ao total de resíduos produzidos pelo sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário na região do Algarve (4 158 ton), vai corresponder um potencial energético de **1 018,7 tep**,

considerando para poder calorífico inferior um valor médio de 3500 kcal/kg e um rendimento energético de 70 %.

Nota: É de referir que foi feita uma tentativa de contacto telefónico com as 5 Serrações de Madeira actualmente registadas na região do Algarve pelo Ministério da Economia, tendo-se obtido resposta em apenas duas delas. Numa, foi fornecida a informação que se tratava de uma empresa do tipo familiar com apenas dois trabalhadores e que estava em processo de encerramento. Na outra, não dispunham de dados sobre a quantidade de resíduos produzidos.

Face a esta situação optou-se pela recolha de dados do Ministério do Trabalho e da Solidariedade (24) e do Guia Técnico - Sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário (25).

5. Potencial energético global associado aos recursos da biomassa na Região do Algarve

No mapa seguinte apresenta-se, agregado por cada um dos concelhos da Região do Algarve, o mapeamento do potencial energético da biomassa resultante do conjunto de resíduos provenientes da exploração de povoamentos florestais, de culturas agrícolas, e da recolha de matos em incultos e em áreas ardidas, já sem serem consideradas as áreas afectas à Rede Natura 2000.

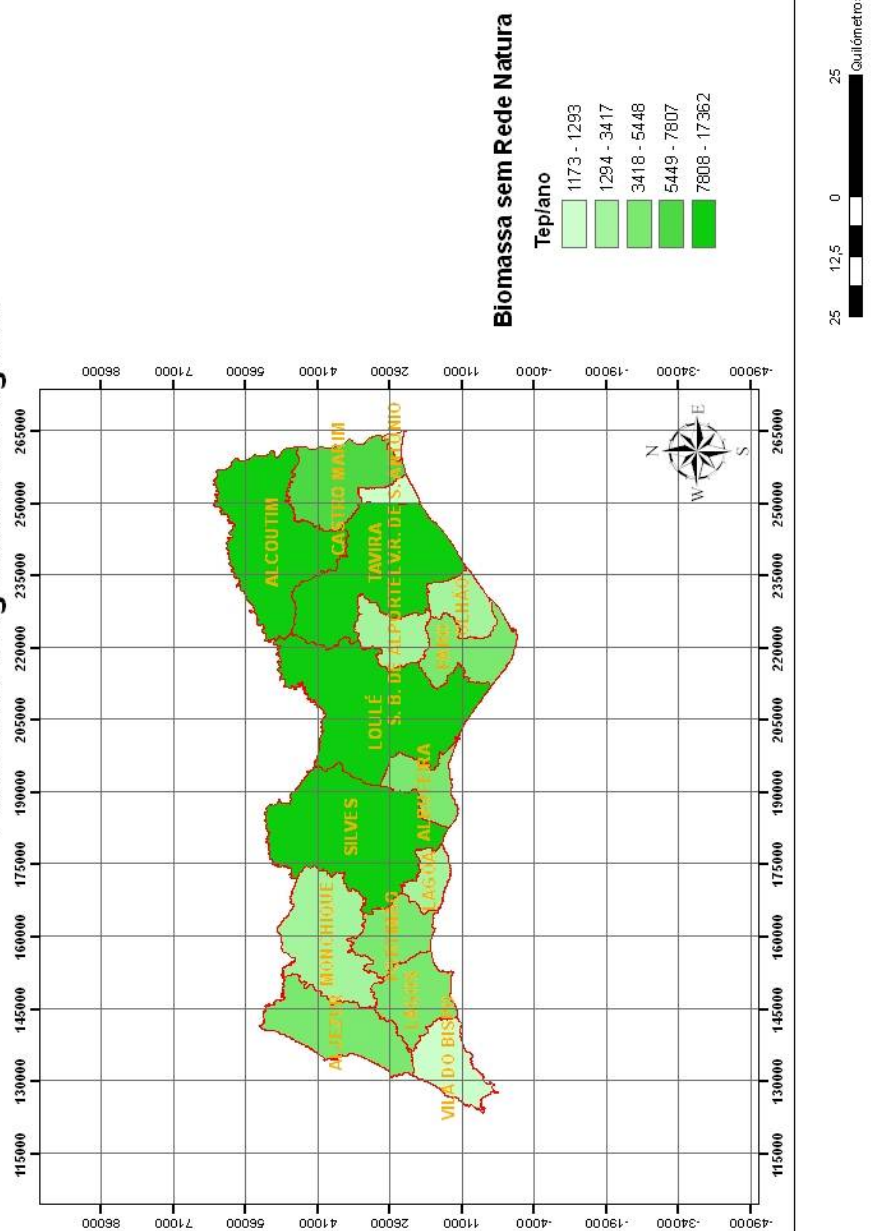
Os valores desse potencial por concelho estão descriminados no Quadro 43.

Quadro 43 - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal e agrícola

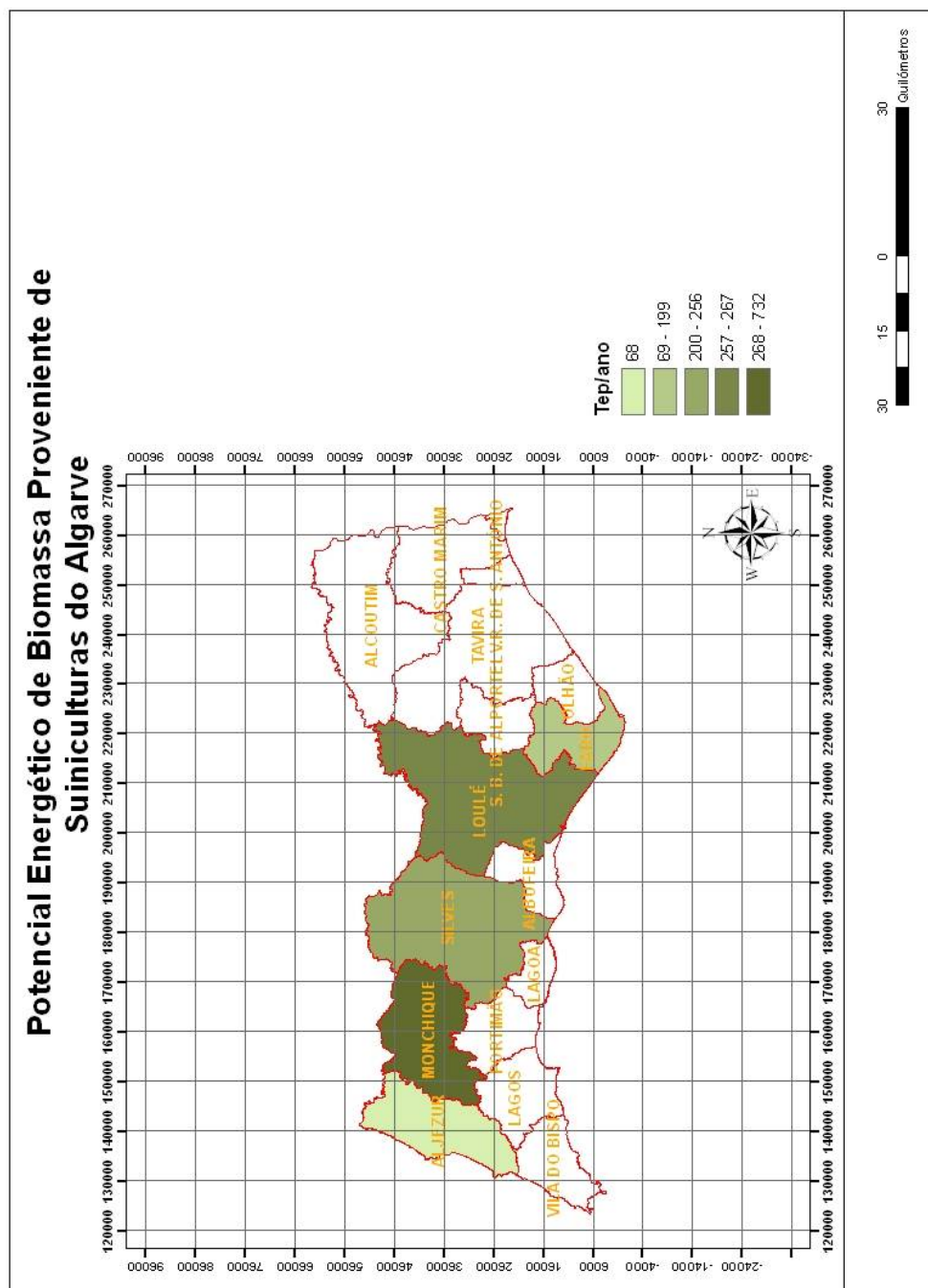
| Concelho | Potencial energético (tep) |
|-------------------------|-------------------------------|
| Albufeira | 4146 |
| Alcoutim | 16173 |
| Aljezur | 4547 |
| Castro Marim | 7807 |
| Faro | 3846 |
| Lagoa | 2639 |
| Lagos | 5448 |
| Loulé | 13705 |
| Monchique | 3417 |
| Olhão | 2690 |
| Portimão | 4933 |
| S. Brás de Alportel | 2754 |
| Silves | 17362 |
| Tavira | 15017 |
| Vila Real de S. António | 1293 |
| Vila do Bispo | 1173 |
| Total | 106 951 |

Mapa 3 - Potencial energético dos resíduos florestais e agrícolas para os concelhos da Região do Algarve excluindo as áreas pertencentes à Rede Natura 2000

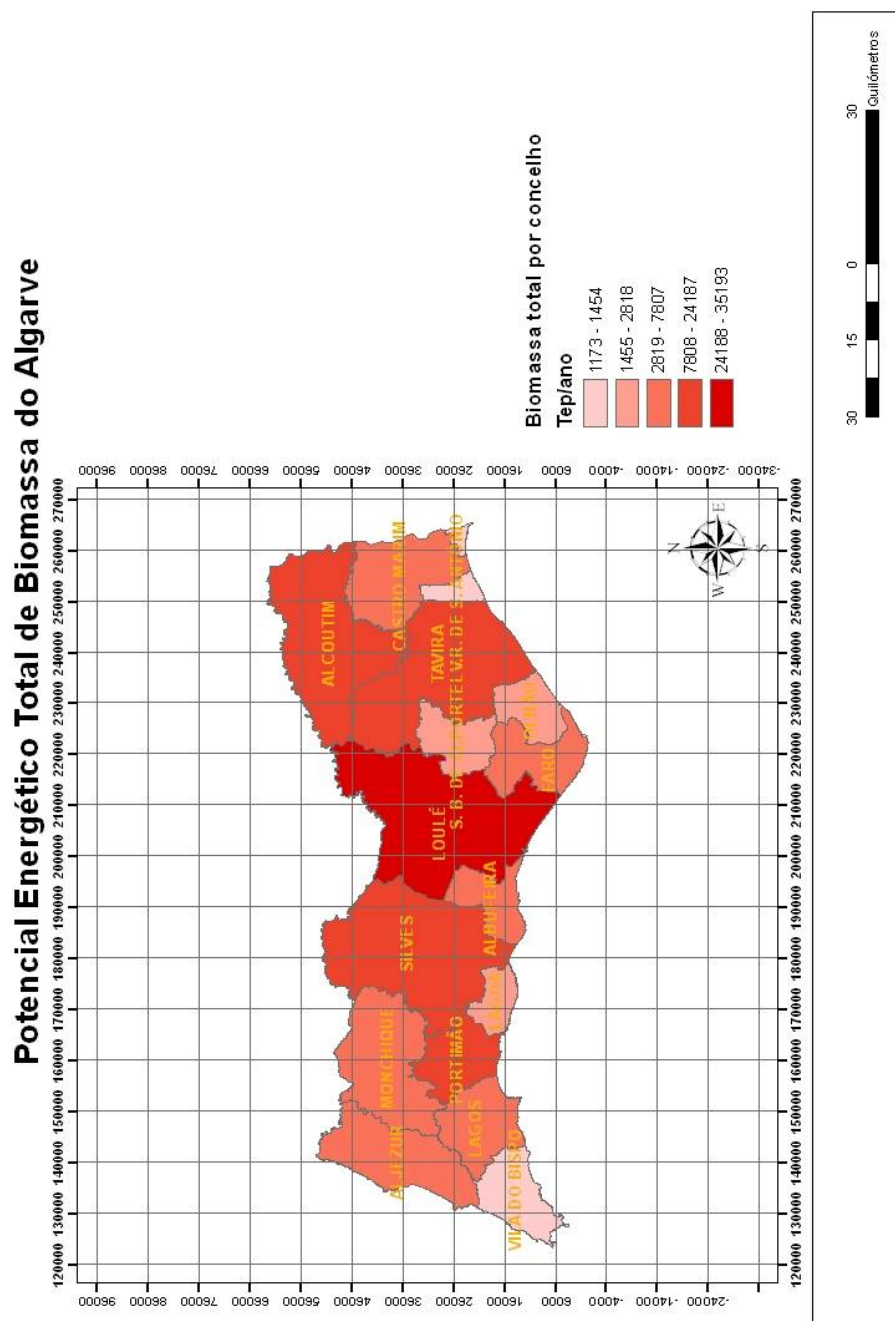
Potencial de Biomassa Proveniente de Resíduos Florestais e Agrícolas do Algarve



Mapa 4 - Potencial energético dos resíduos de suiniculturas para os concelhos da Região do Algarve



Mapa 5 - Potencial energético global para os concelhos da Região do Algarve



O mapa precedente representa o potencial energético total para a Região do Algarve: o que resulta de todas as contribuições já referidas que foram consideradas neste levantamento: Resíduos sólidos urbanos, resíduos de águas residuais domésticas e de biomassa animal resultante da actividade pecuária, resíduos florestais e agrícolas e resíduos provenientes das indústrias relacionadas com o sector agro-florestal;

Por falta de informação sobre a localização específica das Indústrias da Transformação da Madeira e das Indústrias agro-alimentares o potencial energético de biomassa gerado nestes casos não foi incluído neste mapa. De igual modo, o que foi objecto de discussão no texto sobre o potencial energético futuro também não foi considerado. Foram no entanto contabilizados no Quadro 44, que apresenta um resumo da estimativa do potencial energético anual global da biomassa para toda a Região do Algarve tendo em conta estes vários recursos.

Quadro 44 - Estimativa do potencial energético de biomassa global para a Região do Algarve

| Recursos | Potencial energético (tep/ano) |
|---|--------------------------------|
| Resíduos de biomassa florestal e agrícola das principais culturas algarvias | 106 951 |
| Biogás no Aterro do Sotavento (Loulé) | 1 861 |
| Queima directa dos RSUs no Aterro do Sotavento | 19 175 |
| Biogás no Aterro do Barlavento (Portimão) | 1 536 |
| Queima directa dos RSUs no Aterro do Barlavento | 17 390 |
| Biogás nas ETARs | 1 627 |
| Acréscimo de biogás estimado posterior a 2006 | 2 880 |
| Biogás no sector suinícola | 1 522 |
| Resíduos das indústrias agro-alimentares | 1 551 |
| Resíduos da Indústria da Madeira e do Mobiliário | 1 019 |
| Total | 155 512 |

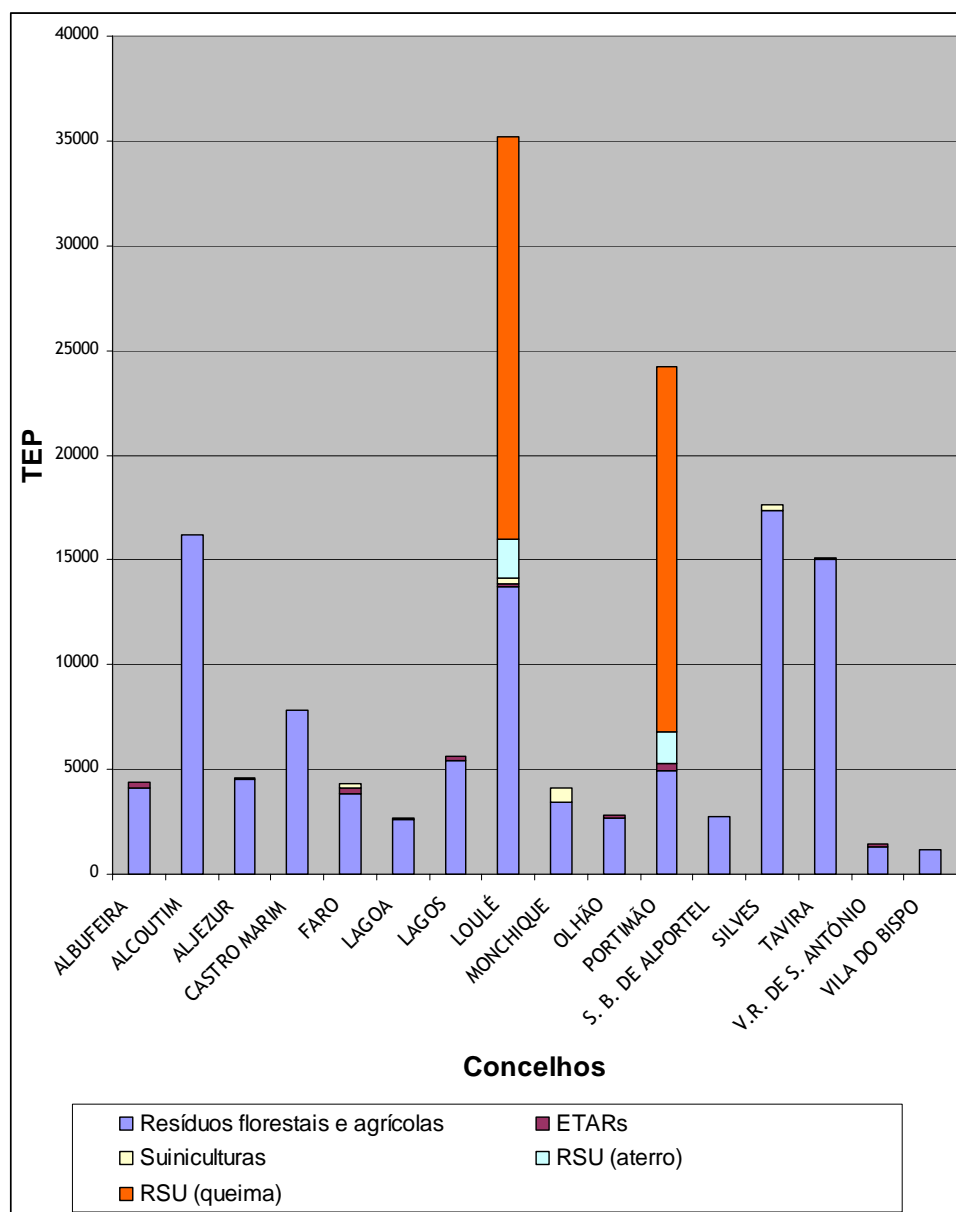
No Quadro 45 apresenta-se a estimativa do potencial energético da biomassa correspondente ao mapeamento apresentado, evidenciando, em cada concelho, a contribuição para esse potencial de cada tipo de resíduos considerado. Por se tratar de uma distribuição por concelhos, neste quadro também não foram contabilizadas as Indústrias da Transformação da Madeira e as Indústrias agro-alimentares. Apresenta-se, para uma maior facilidade de visualização como resumo total, o mesmo quadro na forma de gráfico: pode assim ver-se o potencial de biomassa para fins energéticos de todos os concelhos da Região do Algarve,

tendo também discriminada a contribuição de cada tipo de resíduo para o valor total do potencial energético desse concelho.

Quadro 45 - Estimativa do potencial energético da biomassa global para a Região do Algarve

| Concelho | Potencial energético dos resíduos (tep/ano) | | | | | |
|-------------------------|--|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| | Florestais e Agrícolas | ETARs | RSU aterro | RSU queima | Suini-culturas | Total |
| Albufeira | 4 146 | 275 | - | - | - | 4 421 |
| Alcoutim | 16 173 | - | - | - | - | 16 163 |
| Aljezur | 4 547 | - | - | - | 68 | 4 615 |
| Castro Marim | 7 807 | - | - | - | - | 7 807 |
| Faro | 3 846 | 292 | - | - | 199 | 4 337 |
| Lagoa | 2 639 | 55 | - | - | - | 2 694 |
| Lagos | 5 448 | 157 | - | - | - | 5 605 |
| Loulé | 13 705 | 185 | 1 861 | 19 175 | 267 | 35 193 |
| Monchique | 3 417 | - | - | - | 732 | 4 149 |
| Olhão | 2 690 | 128 | - | - | - | 2 818 |
| Portimão | 4 933 | 328 | 1 536 | 17 390 | - | 24 187 |
| S. Brás de Alportel | 2 754 | - | - | - | - | 2 754 |
| Silves | 17 362 | - | - | - | 256 | 17 618 |
| Tavira | 15 017 | 46 | - | - | - | 15 063 |
| Vila Real de S. António | 1 293 | 161 | - | - | - | 1 454 |
| Vila do Bispo | 1 173 | - | - | - | - | 1 173 |
| Total | 106 951 | 1 627 | 3 397 | 36 565 | 1 522 | 150 062 |

De notar que, no que diz respeito ao potencial dos resíduos das ETARs e dos tratamentos dos RSU, embora este potencial energético esteja concentrado apenas naqueles concelhos onde existem as estações de tratamento respectivas, o recurso propriamente dito tem origem em vários concelhos distintos.



Nas figuras seguintes estão representados em percentagem os contributos para o potencial energético da biomassa de cada tipo de resíduo considerado, para aqueles concelhos em que existe mais do que um tipo de fonte de biomassa.

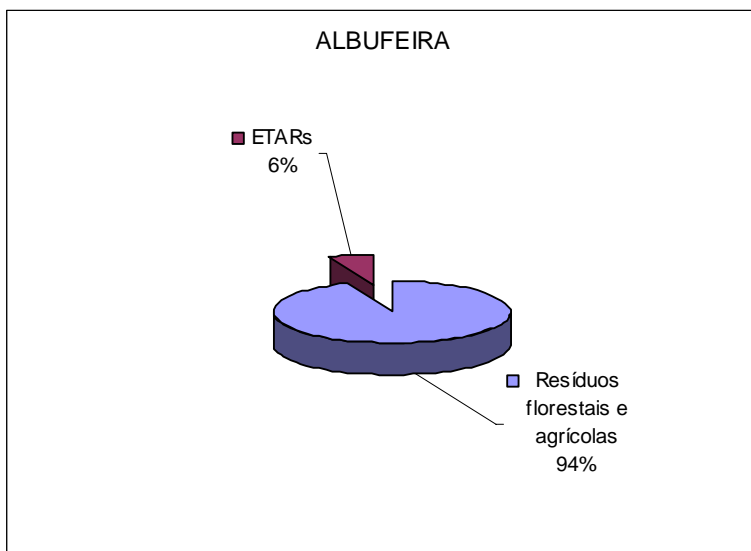


Figura 16 - Origem do potencial energético da biomassa no concelho de Albufeira

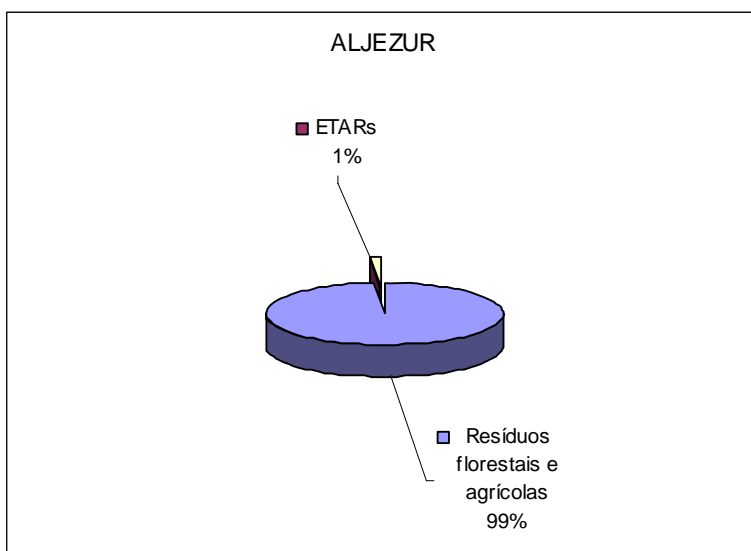


Figura 17 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Aljezur

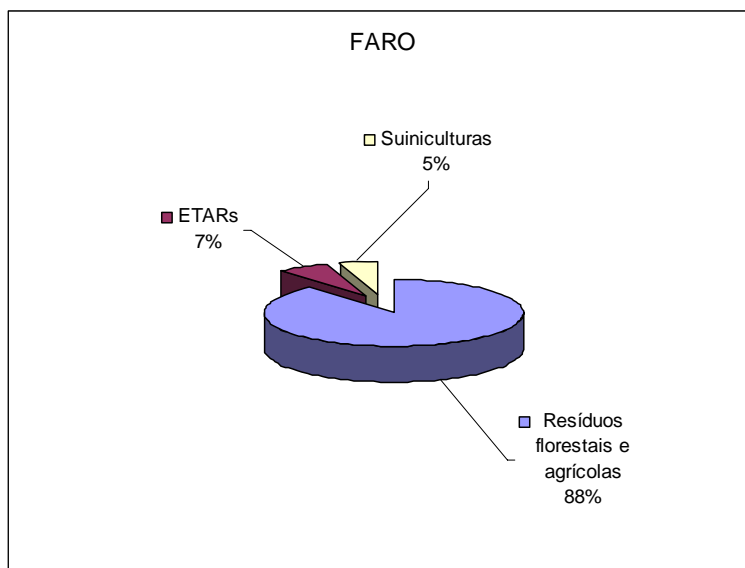


Figura 18 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Faro

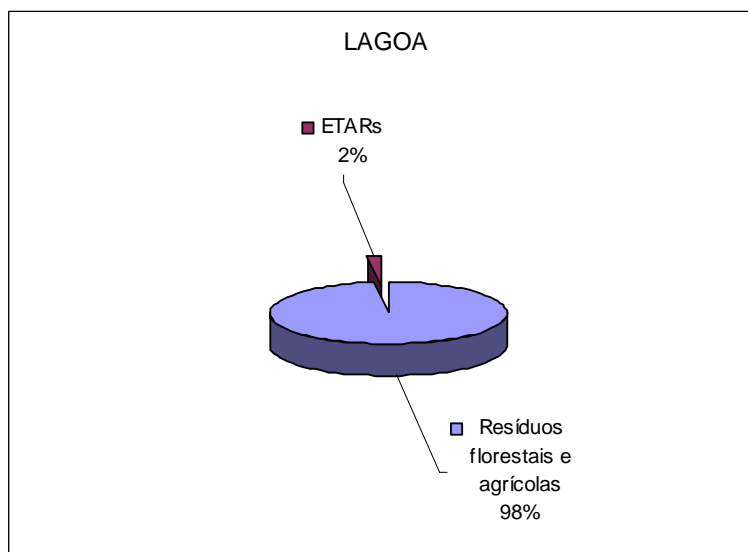


Figura 19 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Lagoa

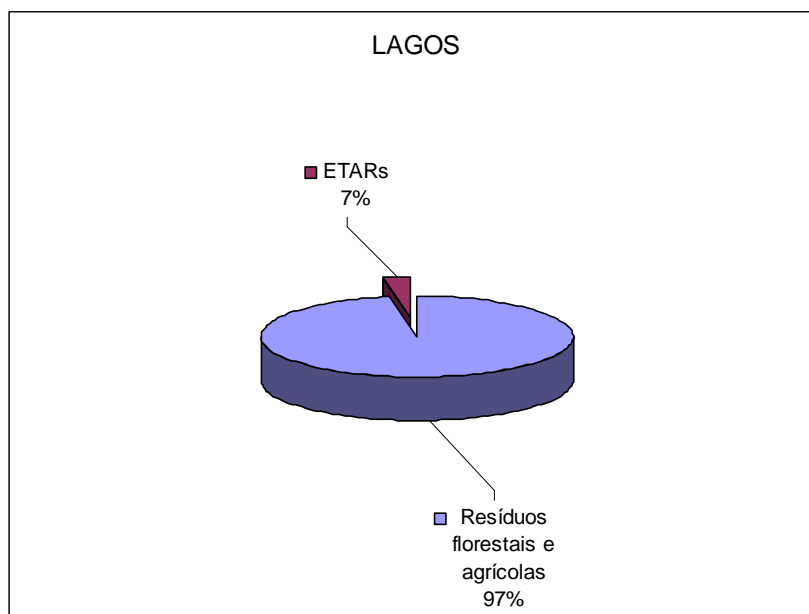


Figura 20 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Lagos

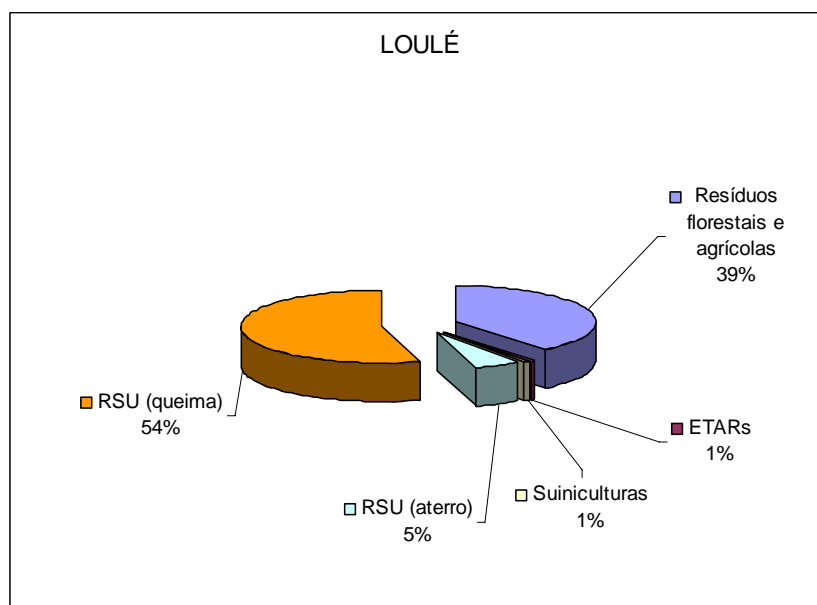


Figura 21 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Loulé

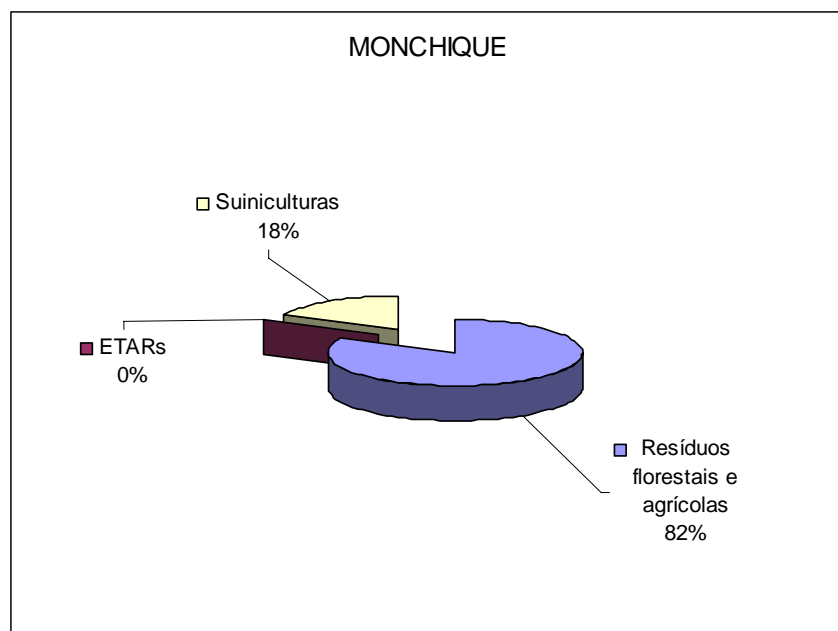


Figura 22 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Monchique

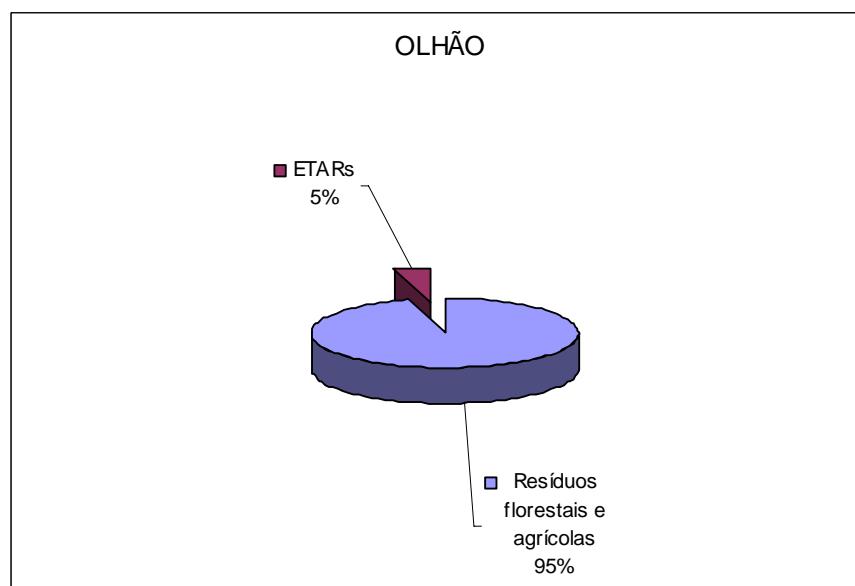


Figura 23 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Olhão

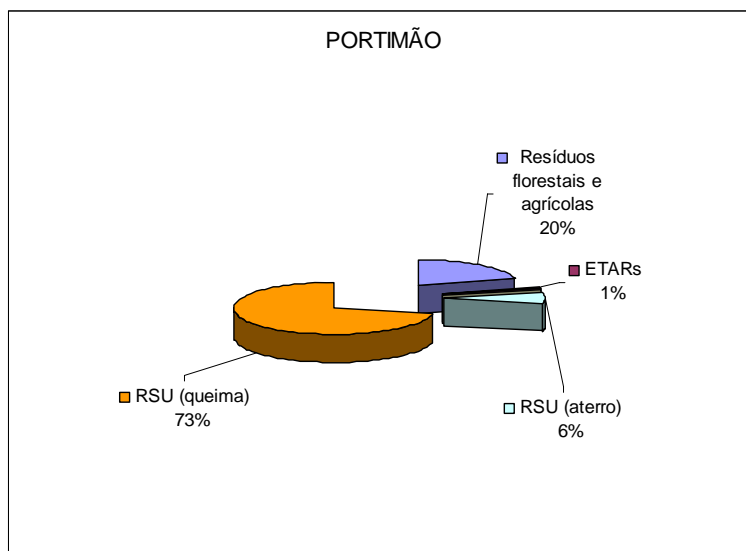


Figura 24 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Portimão

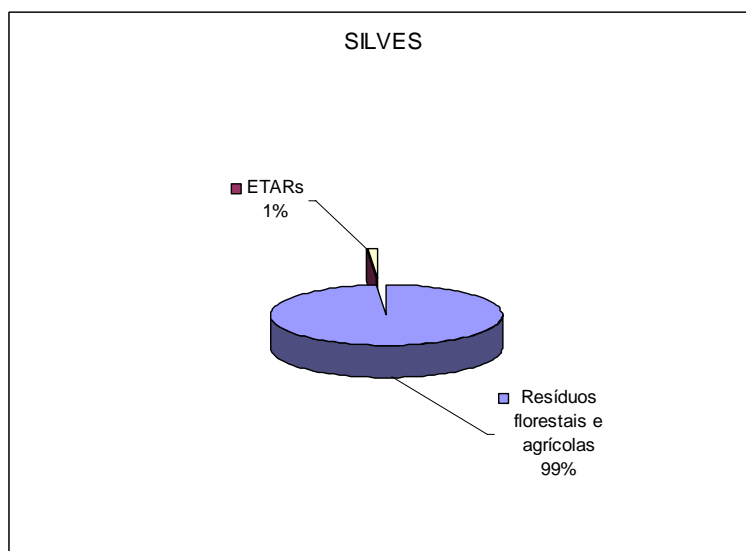


Figura 25 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Silves

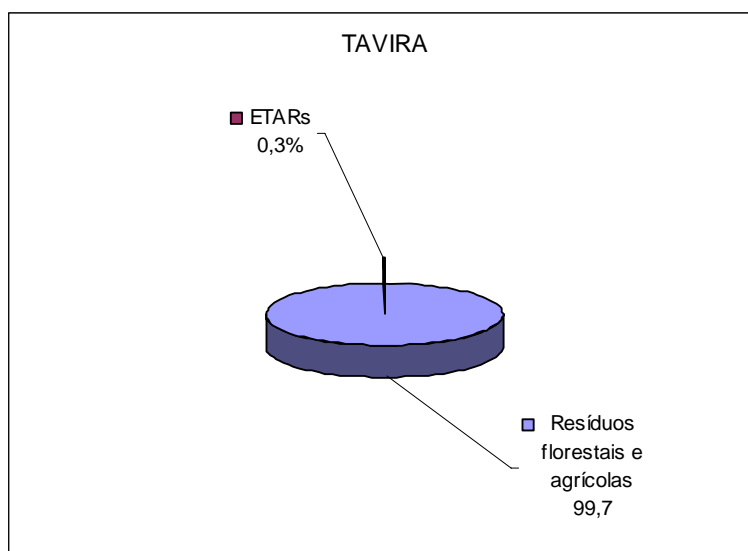


Figura 26 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Tavira

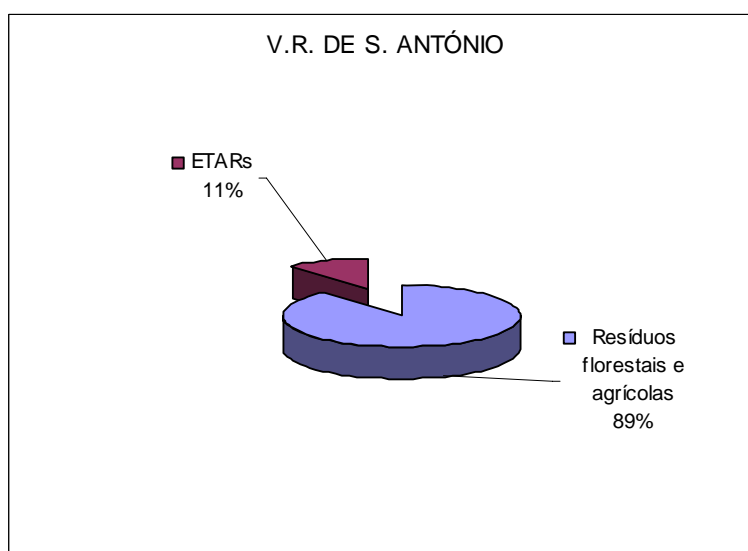


Figura 27 - Origem do potencial da biomassa no concelho de V R Sº António

6. Referências e documentação consultada

1. DGGE - “Estatísticas de Energia” (2006), disponível em <http://www.dge.pt>
2. Plano Energético Nacional do Algarve, CCRAlg, 1993.
3. INE, Censos 2001.
4. INE, Anuário Estatístico da Região do Algarve, 2003.
5. INE, Os Municípios do Algarve, 1998.
6. Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão, Direcção Geral das Florestas, 1995-1998
7. Fórum “Energias Renováveis em Portugal”. Uma contribuição para os Objectivos de Política Energética e Ambiental, eds. Helder Gonçalves, António Joyce, Luis Silva, 2002.
8. INE, Recenseamento Geral da Agricultura (1999). Estatísticas Agrícolas, INE, 2001.
9. Ramirez, Mário Montes. 1985. La biomasa como fuente de energia. I. Fuentes de biomasa *in*: Ingeniería Química, Julho. II. Vías de transformación, *in*: Ingeniería Química, Agosto (referido no Plano Energético da Região do Algarve).
10. Rojas, S.-Ramiro, A-Aroca, S. 1992. Aprovechamiento de residuos agrícolas por combustión. In: Ingeniería Química, Maio (referido no Plano Energético da Região do Algarve).
11. Sistema de Resíduos Sólidos da Região do Algarve, CCRAlg, 1992.
12. Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) Destinados aos Aterros, Instituto dos Resíduos, Julho, 2003.
13. INE, Anuário Estatístico da Região do Algarve 2002. Recolha e Reciclagem de Resíduos Sólidos em 2001.
14. ALGAR, S.A -Controlo e Monitorização Ambiental do Aterro Sanitário do Barlavento Algarvio, SISAQUA - Relatórios Anuais - Anos de 2000 e 2001 e Relatório de Progresso - 3º Trimestre de 2003.
15. Monitorização ambiental do aterro sanitário do sotavento algarvio. Cap. IV - Estrutura e evolução do aterro, Direcção Regional do Ambiente e ALGAR, S.A.- Monitorização ambiental do aterro sanitário do sotavento algarvio: relatório do 12º trimestre, 2003.
16. Caracterização de Resíduos Sólidos Urbanos do Sistema Multimunicipal do Algarve - Relatório Final, Direcção Regional do Ambiente. 2003.
17. J. Frerotte, J. P. Ombreget, P. Pipyn, La Méthanisation des Ordures Ménagères, T.S.M.- L'eau, 77^e année, n° 3, p. 117-127, Mars 1982

18. Guidance for Monitoring Trace Components in Landfill Gas (Draft for Consultation November 2002); Environment Agency, Rio House, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, BRISTOL, BS32 4UD; Website: www.environment-agency.gov.uk
19. Guide pour le Traitement des Dechets Solides Urbains, Direction Generale de l'Énergie (DG XVII)
20. Turning a Liability into an Asset : A Landfill Gas-to-Energy Project Development Handbook, Landfill Methane Outreach Program, U. S. Environmental Protection Agency, September 1996.
21. "Agricultura e Conservação da Natureza"; projecto em parceria da Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral com a Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais do Centro, a Oikos - Associação de Defesa do Ambiente e Património da Região de Leiria, o Parque Natural da Serra de Aire e Candeeiros, o Instituto de Desenvolvimento Agrário da Região Centro (IDARC), a Comissão de Coordenação da Região Centro, a Universidade de Aveiro e a Escola Superior Agrária de Coimbra.
22. Aplicação da Directiva Relativa ao Tratamento da Águas Residuais Urbanas em Portugal, Instituto da Água, Junho, 2002.
23. Determinação das Cargas Poluidoras Brutas Produzidas pelos Sectores de Actividade Industrial em Portugal Continental, Direcção dos Serviços de Controlo da Poluição da Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos, Procº D.S.C.P. - 21.7 / Adm, Ministério do Equipamento Social, Abril 198
24. Ministério do Trabalho e da Solidariedade, 1997
25. Guia Técnico - Sector da Indústria da Madeira e do Mobiliário, Lisboa, Novembro de 2000

7. Agradecimentos

Os autores do presente trabalho manifestam o seu agradecimento pela cedência de todas as informações que permitiram a análise do potencial agora apresentado e a amabilidade e disponibilidade manifestadas pelos técnicos dos diferentes organismos consultados, com especial referência a:

- Enga. Maria José Nunes - Directora de Serviços da Direcção Regional do Ambiente e do Ordenamento do Território do Algarve;
- Enga. Celeste Pereira - Chefe de Divisão do Centro de Documentação e Informação da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve - CCDR-Algarve;
- Enga. Isabel Neves da Delegação Regional do Algarve do Ministério da Economia;
- Dr^a Adelaide Henriques da Direcção Regional de Agricultura do Algarve - DRAALG;
- Eng. Francisco Keil do Amaral da Direcção Regional de Agricultura do Algarve - DRAALG;
- Eng. Joaquim Freire - Águas do Algarve, SA;
- Eng. Eduardo Viegas - ALGAR, SA - Valorização e tratamento de resíduos sólidos.