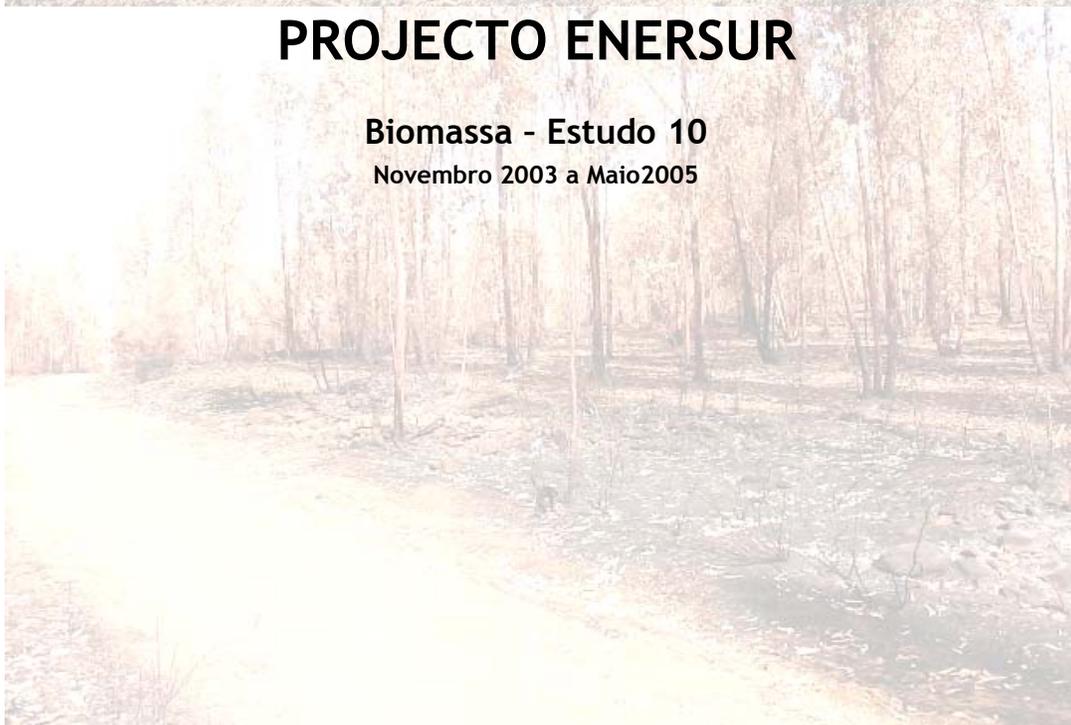




AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE BIOMASSA DA REGIÃO DO ALGARVE



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.	Suiculturas	75
4.5.2.2	Boviculturas.....	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

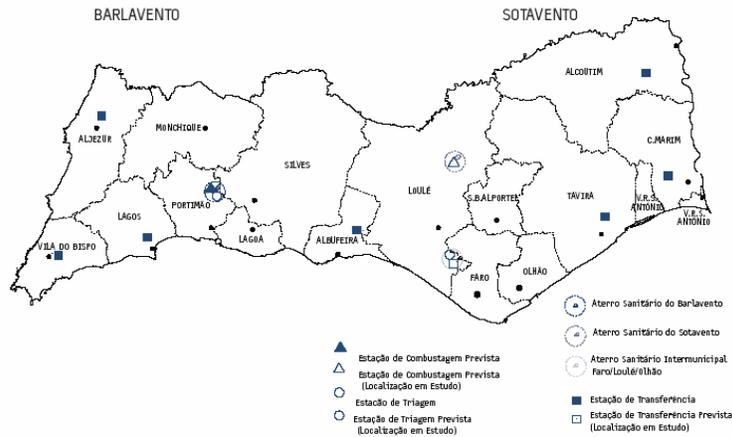
Na região do Algarve, o sistema de recolha de Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs) é constituído por dois subsistemas multimunicipais, Barlavento e Sotavento.

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 + compostos	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

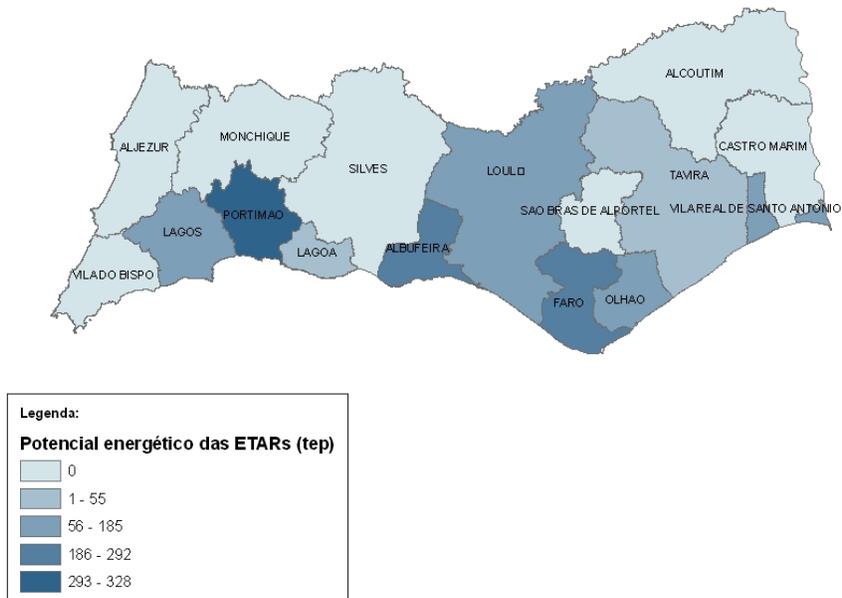
Quantidade de RSU's combustíveis recolhidos no subsistema do Barlavento

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.

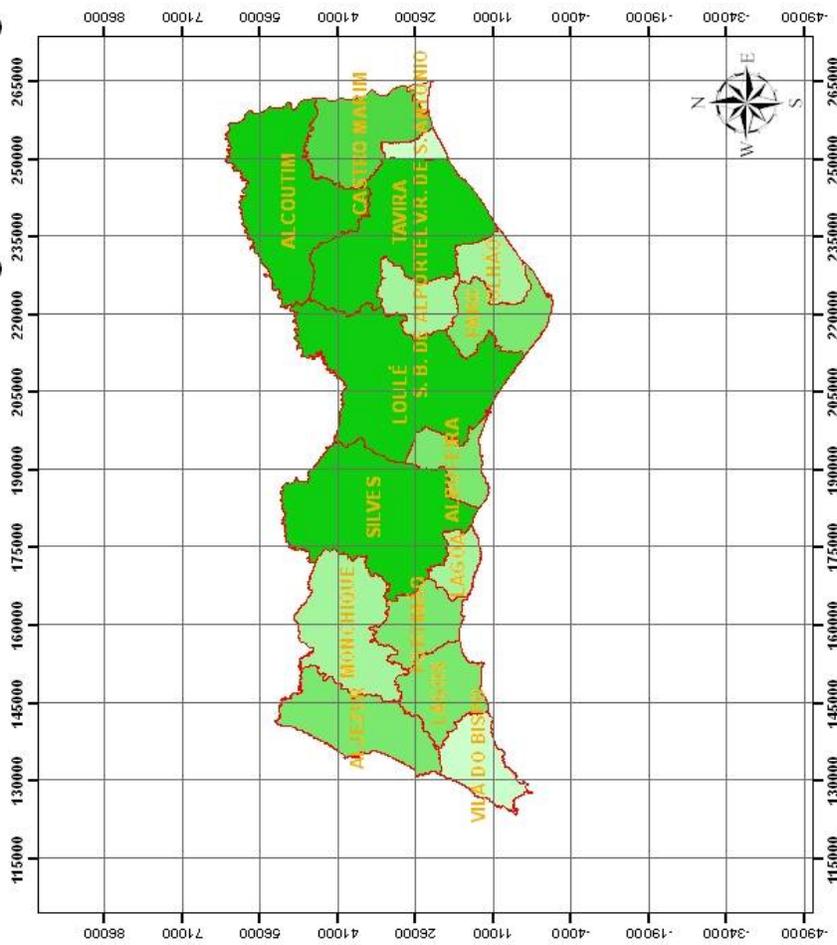
Num caso utilizaram-se dados tabelados, constantes do Inventário Florestal Nacional (IFN) e do Instituto Nacional de Estatística. No outro usaram-se para a avaliação dessas mesmas áreas e

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 ardidadas, 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

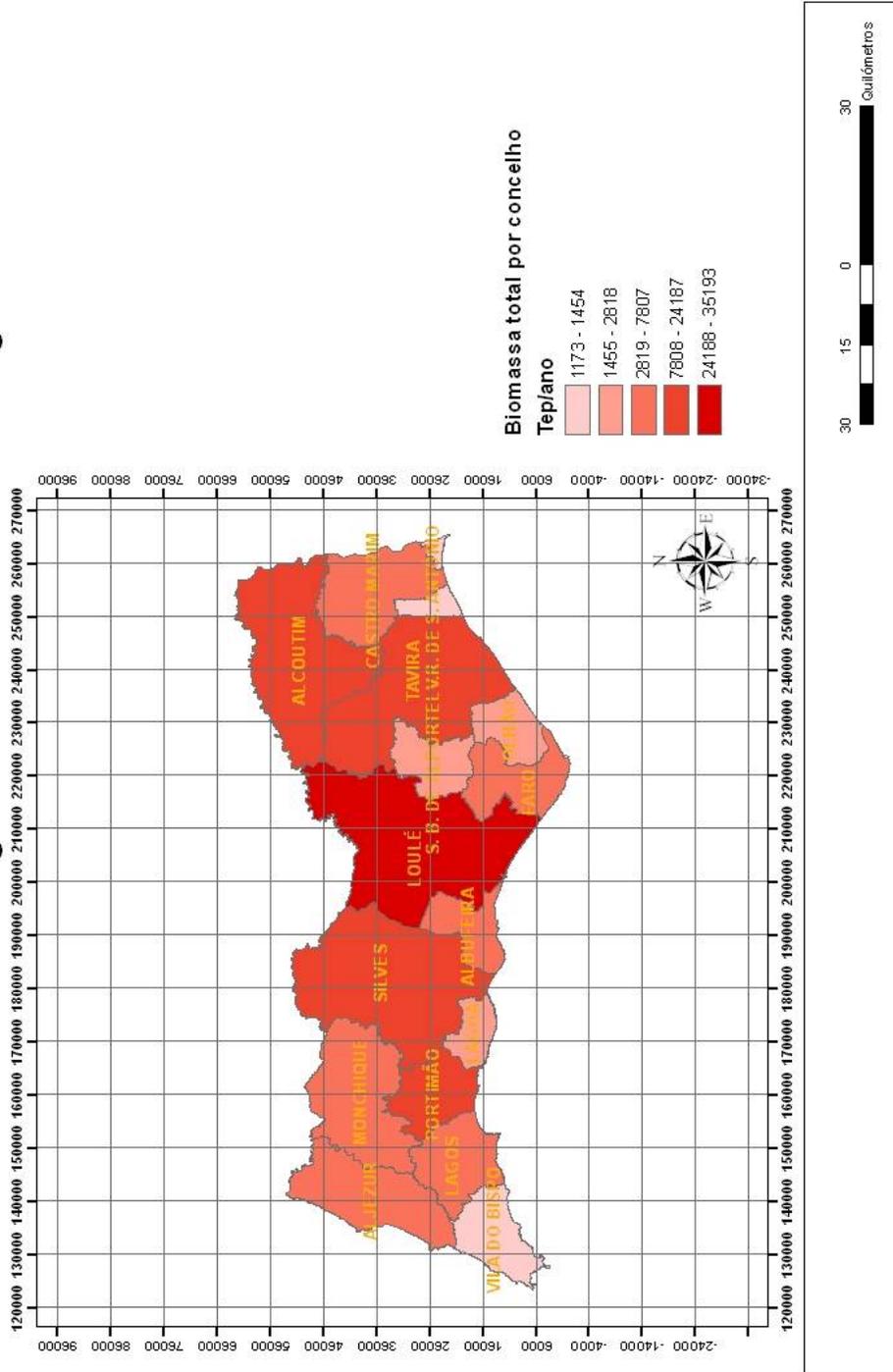
Na tabela seguinte apresenta-se o potencial energético global da biomassa para os diversos Concelhos da Região do Algarve, o que resulta de todas as contribuições já referidas e que foram consideradas neste levantamento: resíduos sólidos urbanos, águas residuais domésticas e resíduos de biomassa animal 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.

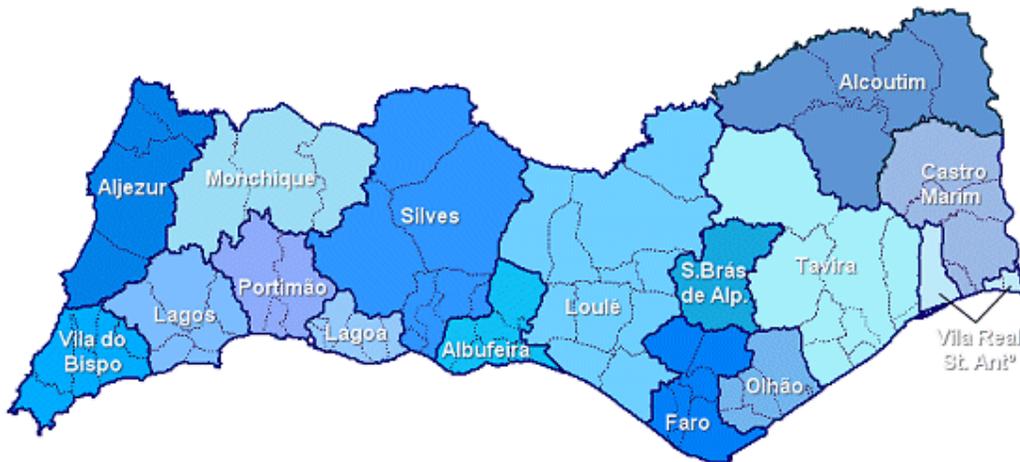


Figura 1 - Representação da região do Algarve por concelhos

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 Descobrimientos 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	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

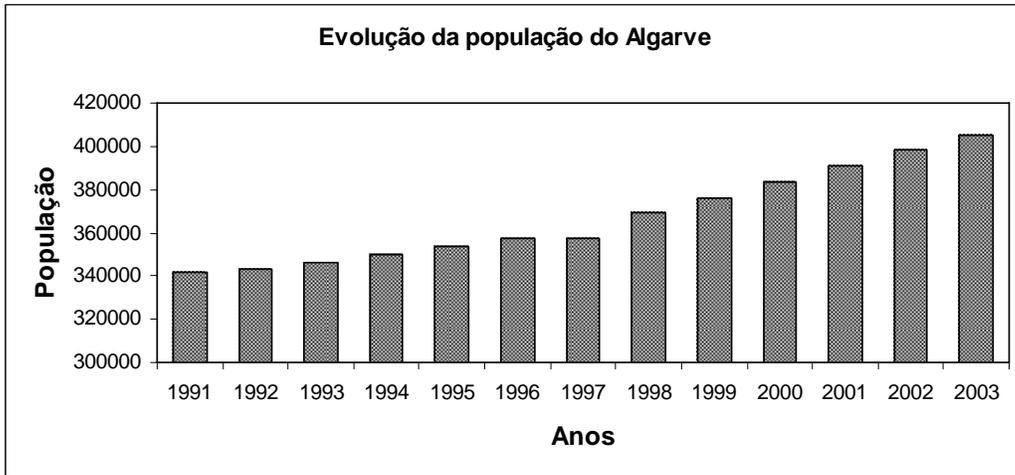


Figura 3 - Evolução da população residente do Algarve - período 1991/2003

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.

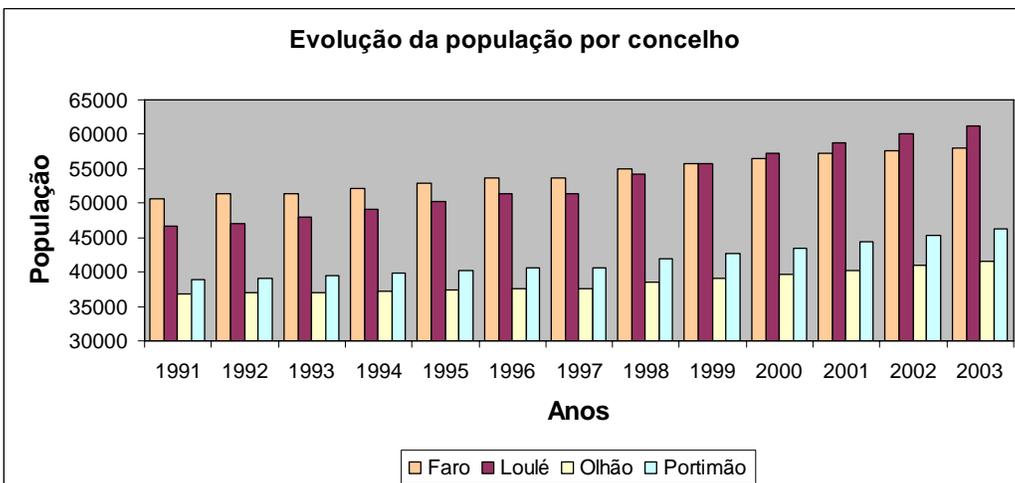


Figura 4 - Evolução da população residente nos 4 concelhos mais populosos (período 1991/2003)

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).

28

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
Azinhaira	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
Azinhaira	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
Azinhreira	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 32

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 (η=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**.

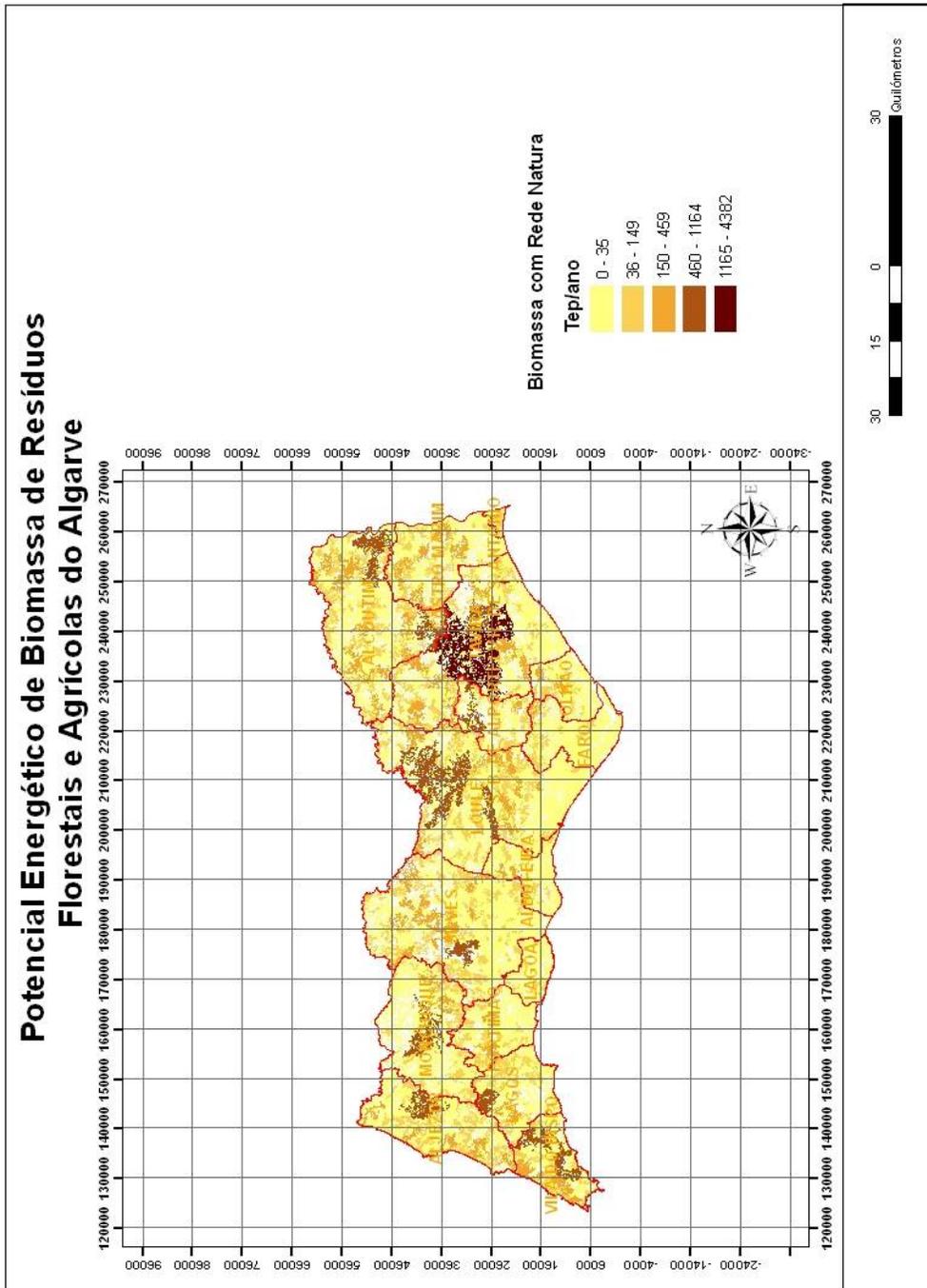
Este valor, obtido com a avaliação das áreas de coberto florestal e agrícola feito através de um sistema de informação geográfica, é cerca do dobro do valor que se obteve quando essas áreas foram calculadas com base nos dados do IFN, tal como foi efectuado na primeira abordagem utilizada para o cálculo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

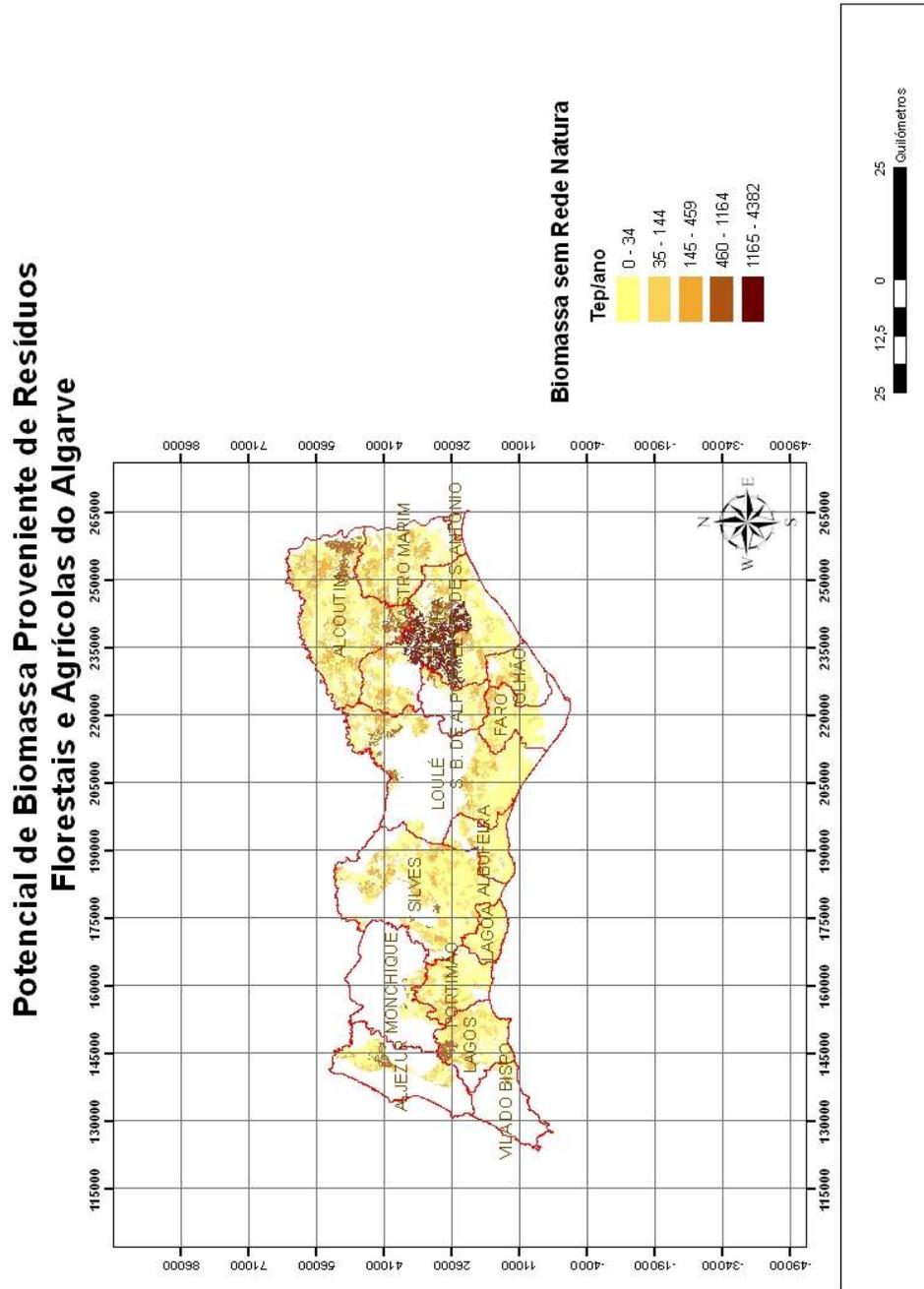
O facto do sistema de informação geográfica permitir considerar parcelas de reduzidas dimensões poderá justificar esta diferença pois permite contabilizar áreas de coberto vegetal que com outro método dificilmente podem ser consideradas.

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.

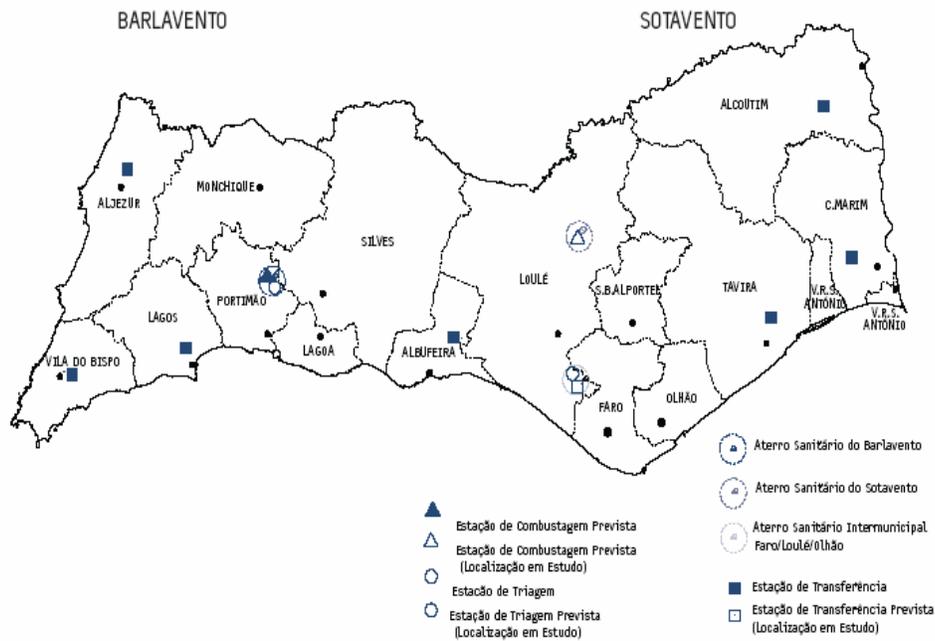


Figura 6 - Localização dos Aterros Sanitários Multimunicipais e das Estações de Triagem e de Transferência da Região Algarvia

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 (<i>recolha indiferenciada</i>)	<i>139 693</i>	
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 (<i>recolha indiferenciada</i>)	<i>143 338</i>	
	Total do Algarve	294 853	100
	Total do Algarve (<i>recolha indiferenciada</i>)	<i>283 031</i>	

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

pele 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 paralelepédico 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 ferrosas	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):

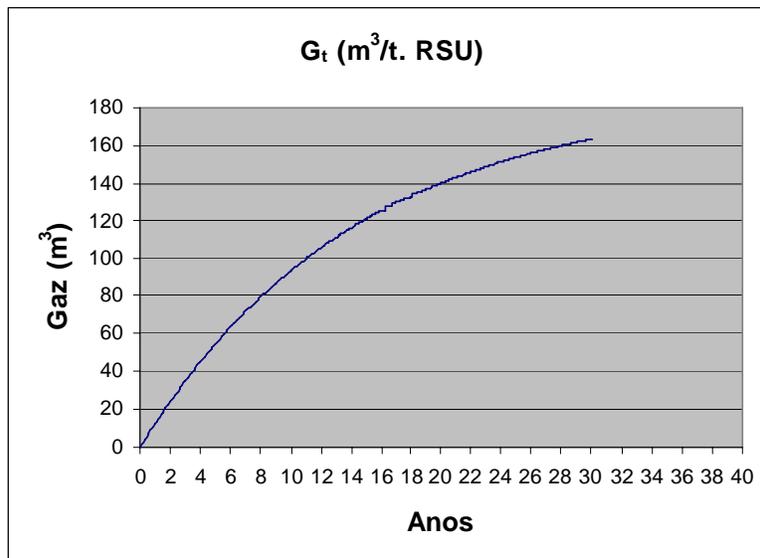
$$G_t = 187 (1 - 10^{-0,03 t}) \text{ m}^3 / \text{ t RSU's}$$

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

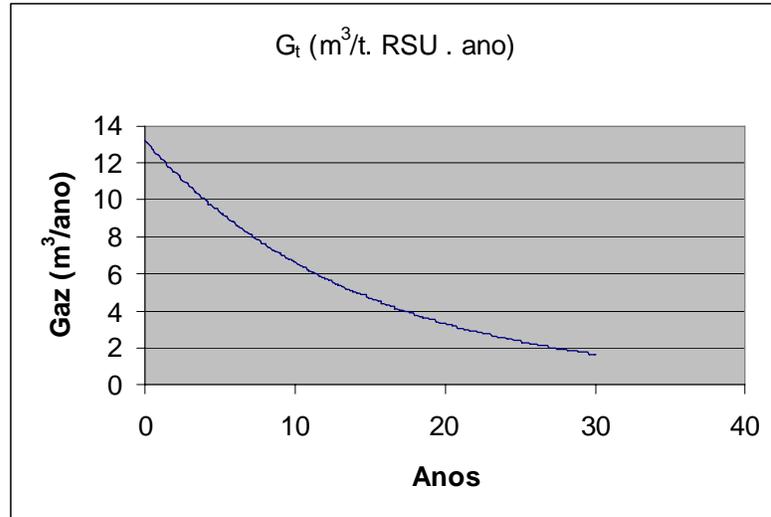


Por outro lado, a quantidade de biogás produzido cada ano, por tonelada de RSU's, é dada por:

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

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 m^3 de gás no decurso do primeiro ano de aterro, 11,5 m^3 no decurso do segundo, 10,7 m^3 no decurso do terceiro e 6,6 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 $cf/lb \times 2000 lb/t \times RSU's$ depositados (t)

ou seja,

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

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	
	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	
	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 m³/ano a que corresponderão **826,9 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)	Digestor anaeróbio	Na ETAR		Tipo		
Companheira (Portimão)	Portimão	198 000	57 000	159 060	68 669	198 000	A remodelar e ampliar	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	A remodelar	(LP + LA) + UV	S + D	-	Sim	Filtro banda	Empreitada em curso
Zona Poente	Albufeira	140 000	17 000	66 087	18 000	139 000	A construir	LA + UV + ES	S + D	-	Sim	Centrífuga	Empreitada adjudicada
Vale Faro	Albufeira	130 000	12 000	124 000	13 000	130 000	A adquirir	LA + UV	S + D	-	Sim	Centrífuga	Em funcionamento
Lagos	Lagos	106 500	27 000	77 000	29 000	87 000	A adquirir	(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-anaerose.	Sim	Centrífuga	Em funcionamento
Faro Nascente	Faro	87 200	38 000	53 000	55 000	75 000	A reabilitar	LE	S	-	Eq. móvel	-	Em funcionamento
Faro Noroeste	Faro	45 000	29 234	38 626	33 140	43 473	A remodelar e ampliar	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	A construir	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	A reabilitar	LE	S	-	Eq. móvel	-	Em funcionamento
Vila Real Santo António	VRSA	116 500	21 570	97 372	24 770	116 472	A construir	LE	S	-	Sim	Por definir	Empreitada em fase de adjudicação
Canvoeiro	Laçoa	33 000	11 000	22 000	17 000	33 000	A construir	LA	S	-	Sim	Por definir	Projecto em curso
TOTAL		759 200	192 879	542 302	247 135	722 695							

LP - Leitos percoladores

LE - Ultravioletas

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

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

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:

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

$$\text{Época baixa: } 6954 \times 23\,027 = 160,1 \times 10^6 \text{ kJ/d}$$

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 ETARI'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
efect (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 suínulas 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,

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

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

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

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

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

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

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

Com uma remuneração bruta anual de:

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

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

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

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

$$38 \times 25 = 950\ \text{MJ}/\text{h} = 22\ 800\ \text{MJ}/\text{d} = 8\ 322\ 000\ \text{MJ}/\text{ano}$$

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

$$8\ 322\ 000 \times 300/365 \times 0,3 = 2\ 052\ 000\ \text{MJ}/\text{ano}$$

Com uma remuneração bruta anual de:

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

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

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

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

4.5.2.2. Boviniculturas

Segundo o Recenseamento Geral de Agricultura do INE de 1999 (8), o Algarve, possuía 902 explorações de bovinos com um efectivo total de 12 008 animais. Se a distribuição fosse homogénea, estes números corresponderiam a um efectivo médio por exploração de, cerca de, 13 animais.

No Quadro 34 apresenta-se a distribuição destes animais por tipo e por número de explorações. Ainda neste recenseamento, era referida a existência de apenas 2 explorações com um efectivo superior a 300 animais. O número de explorações com efectivos compreendidos entre 1 e 30 animais, era de 815, com um efectivo médio de 2,8 animais/exploração.

Por outro lado, como é óbvio, só com estabulação permanente que permita a recolha de fezes e urinas em depósito debaixo da zona de estabulação, se pode retirar todo o potencial energético do excreta animal.

Por informação posterior, obtida junto da DRAALG em Abril de 2005, e que se apresenta no Quadro 35, só existem presentemente no Algarve 8 explorações com estabulação permanente, com um efectivo total de 166 animais e com um valor médio do efectivo por exploração igual a 20 animais.

Quadro 34 - Nº explorações bovinícolas do Algarve e respectivo efectivo.

	Explorações (nº)	Efectivo (nº)
Bovinos	902	12 008
Bovinos com menos de 1 ano	640	3 439
Vitelos de carne (para abate < 1 ano)	176	969
Outros vitelos	520	2 470
Machos	343	1 145
Fêmeas	408	1 325
Bovinos de 1 a menos de 2 anos	352	2 000
Machos	190	954
Fêmeas reprodutoras	233	902
Fêmeas não reprodutoras	35	144
Bovinos de 2 anos e mais	795	6 569
Machos	197	326
Novilhas reprodutoras	196	1 113
Novilhas não reprodutoras	13	20
Vacas leiteiras	98	839
Outras vacas	562	4 271

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 - Nº de explorações e efectivo de galinhas poedeiras e reprodutoras no Algarve

	Nº explorações	Nº animais
Galinhas poedeiras e reprodutoras	10 638	133 470

Verifica-se que existe um valor do ratio nº animais/nº 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 - Nº de explorações de galinhas poedeiras e reprodutoras e efectivo animal no Algarve

Concelho	nº explorações	Efectivo animal	nº an./nº 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 ETARI 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).

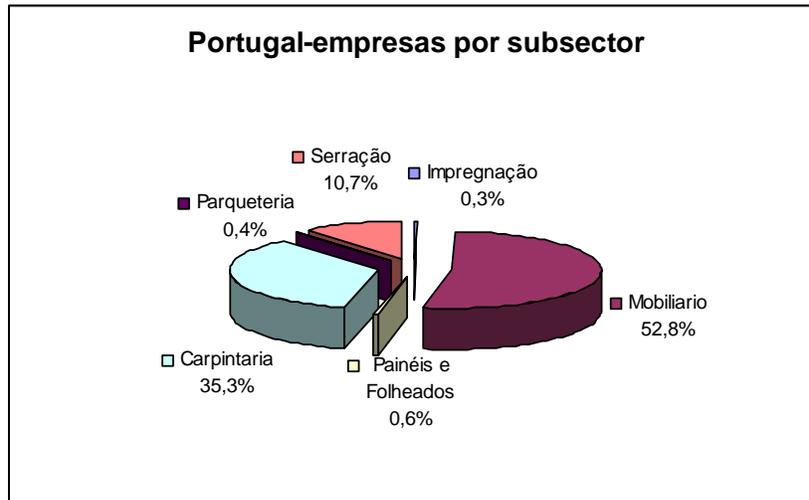


Figura 9 - Distribuição de empresas por subsector em Portugal

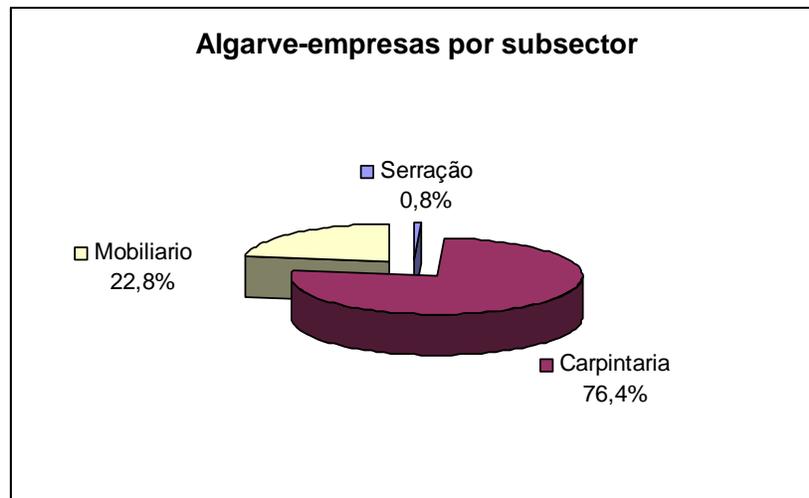


Figura 10 - Distribuição de empresas por subsector no Alg

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.

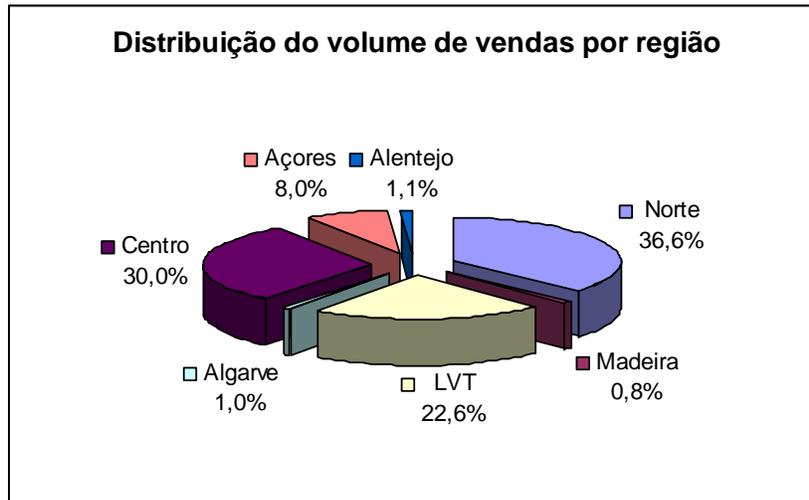


Figura 11 - Volume de vendas por região

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.

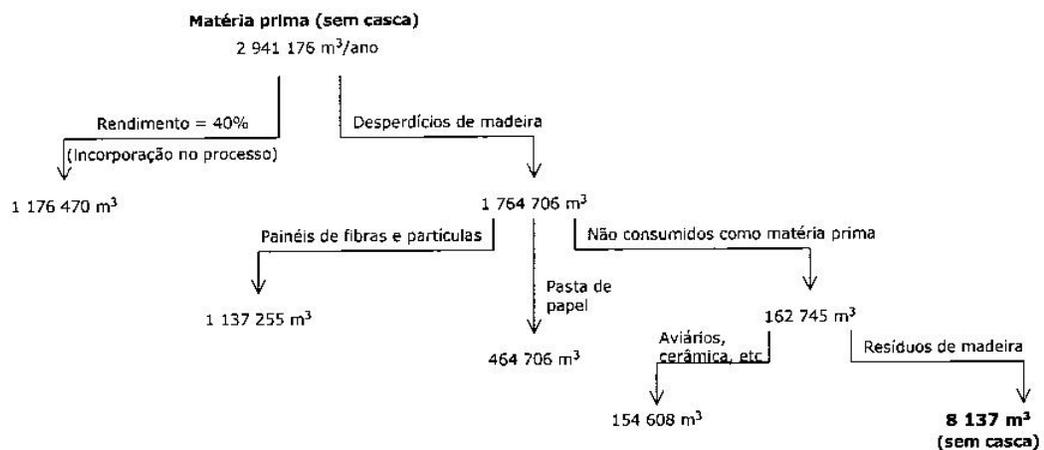


Figura 12 - Resíduos produzidos pelas serrações em Portugal

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

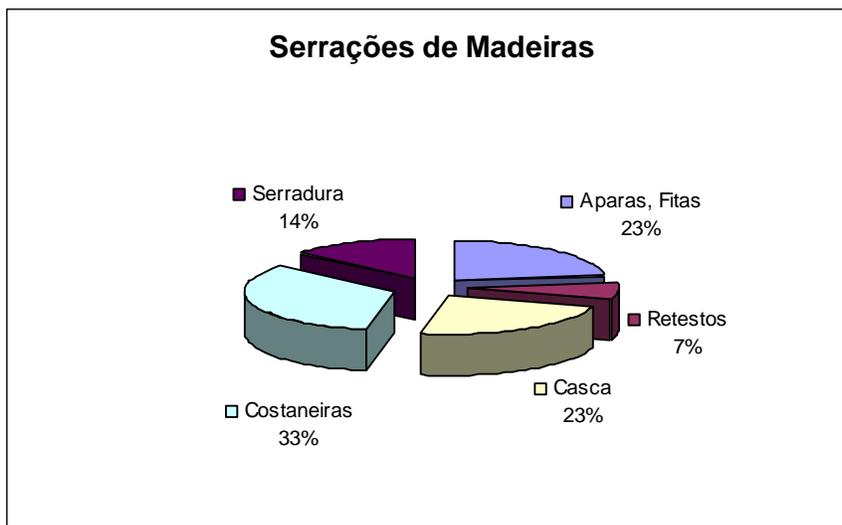


Figura 13 - Ponderação dos tipos de resíduos produzidos pelas serrações

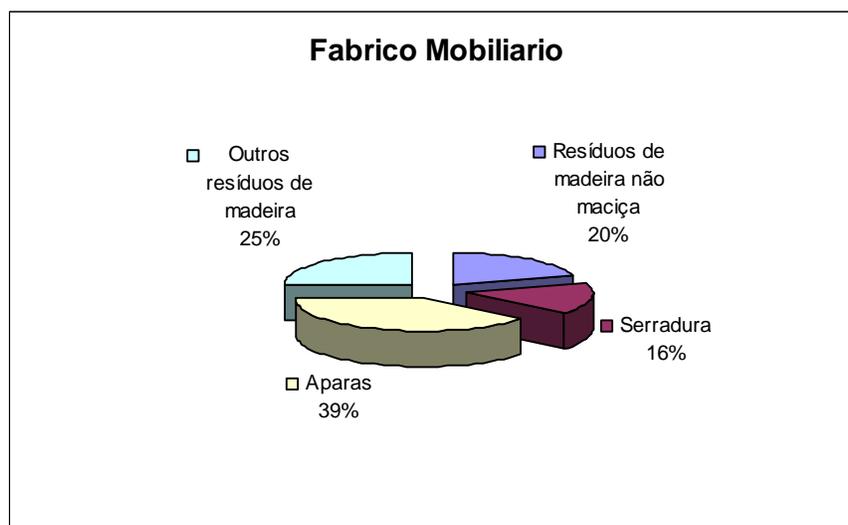


Figura 14 - Ponderação dos tipos de resíduos produzidos no fabrico de mobiliário

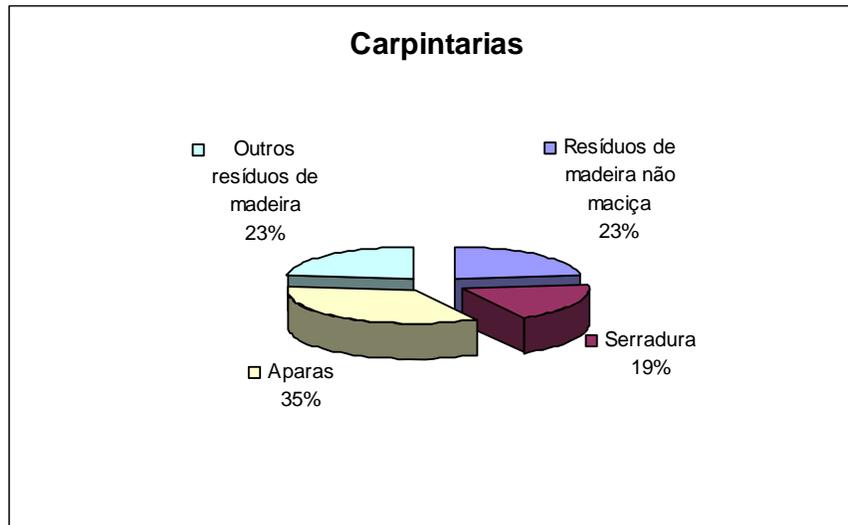


Figura 15 - Resíduos produzidos pelas carpintarias em Portugal

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

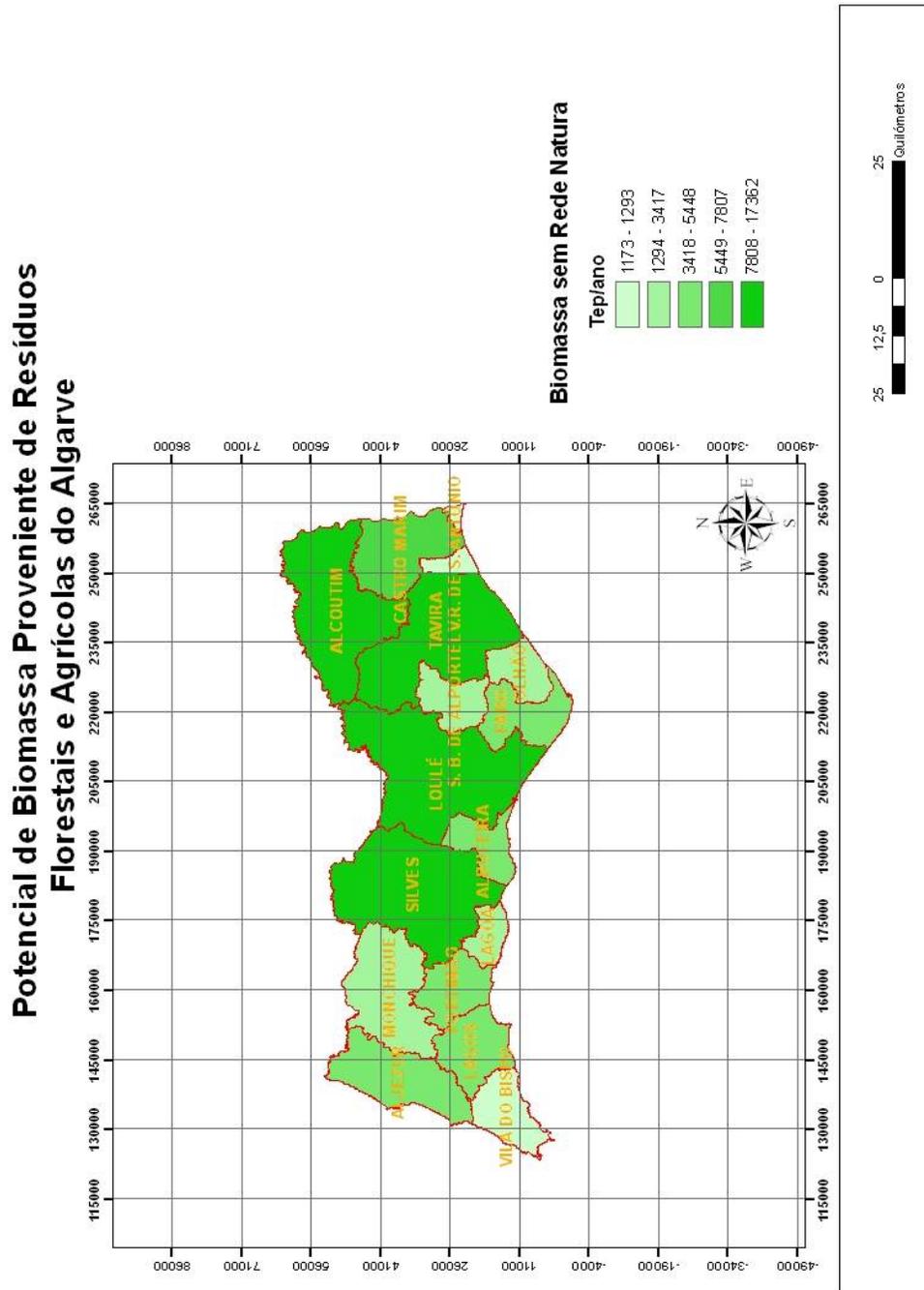
No mapa seguinte apresenta-se, agregado por cada um dos concelhos da Região do Algarve, o mapeamento do potencial energético da biomassa resultante do conjunto de resíduos provenientes da exploração de povoamentos florestais, de culturas agrícolas, e da recolha de matos em incultos e em áreas ardidas,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

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

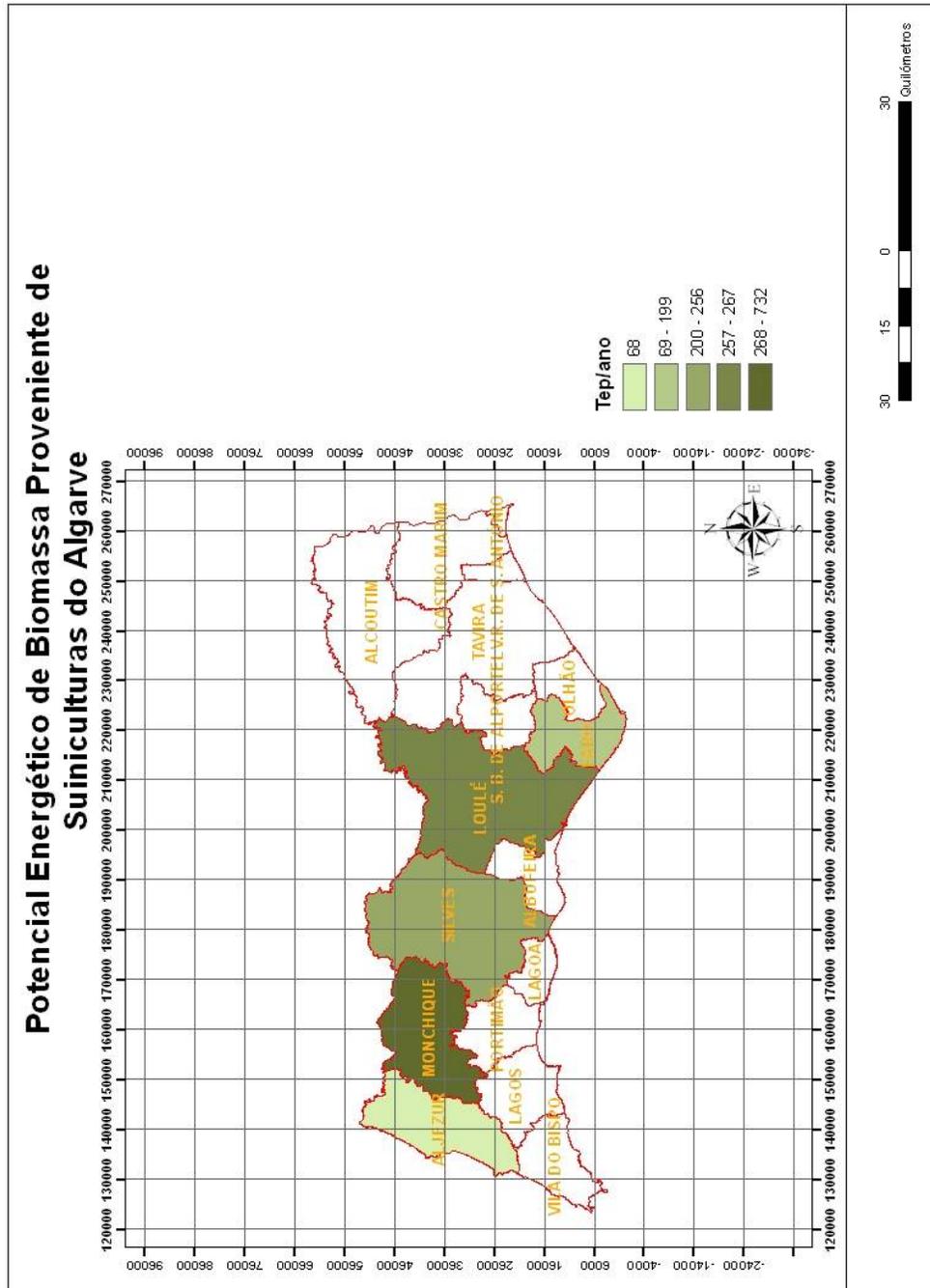
Quadro 43 - Potencial energético de resíduos de biomassa florestal e agrícola

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



Mapa 4 - Potencial energético dos resíduos de suiniculturas 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

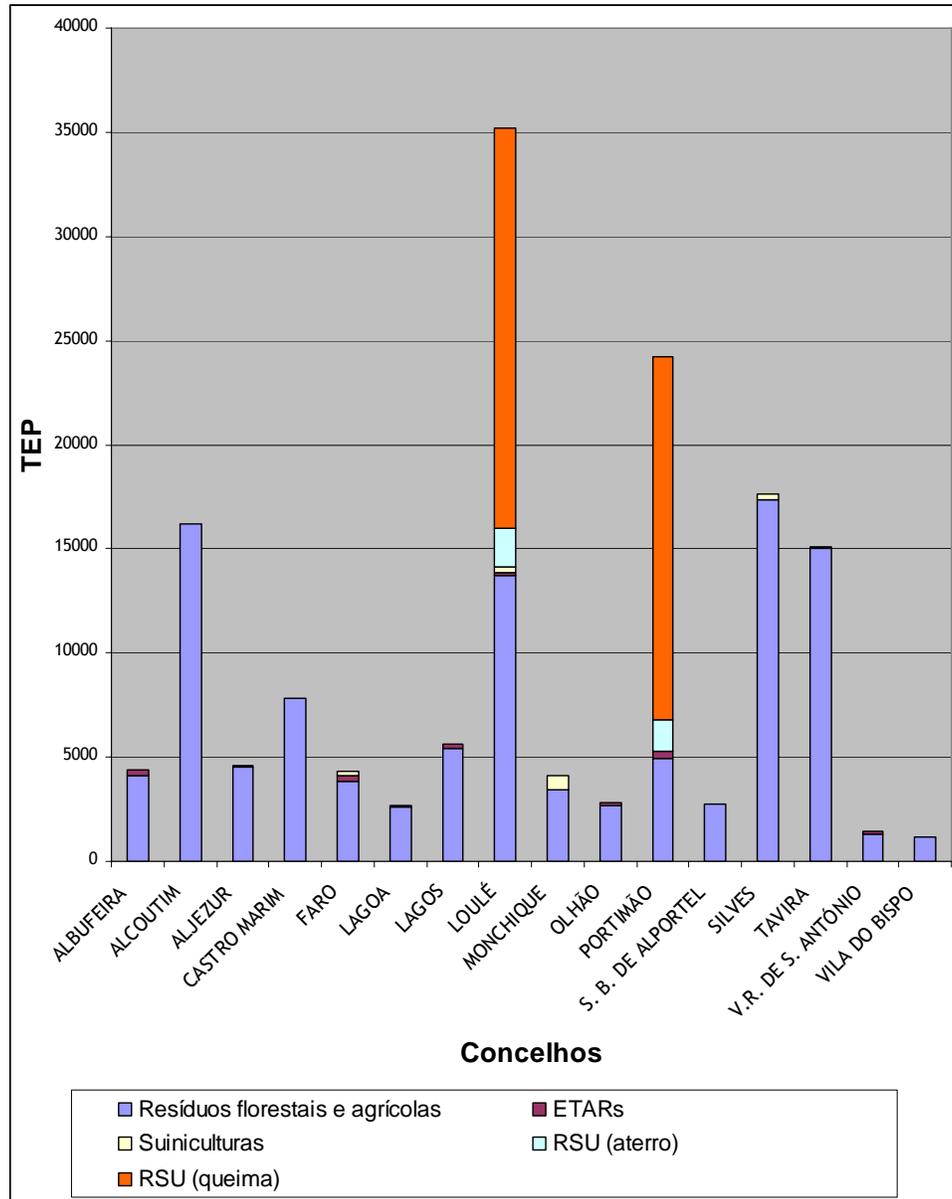
No Quadro 45 apresenta-se a estimativa do potencial energético da biomassa correspondente ao mapeamento apresentado, evidenciando, em cada concelho, a contribuição para esse potencial de cada tipo de resíduos considerado. Por se tratar de uma distribuição por concelhos, neste quadro também não foram 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)					Total
	Florestais e Agrícolas	ETARs	RSU aterro	RSU queima	Suini-culturas	
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.

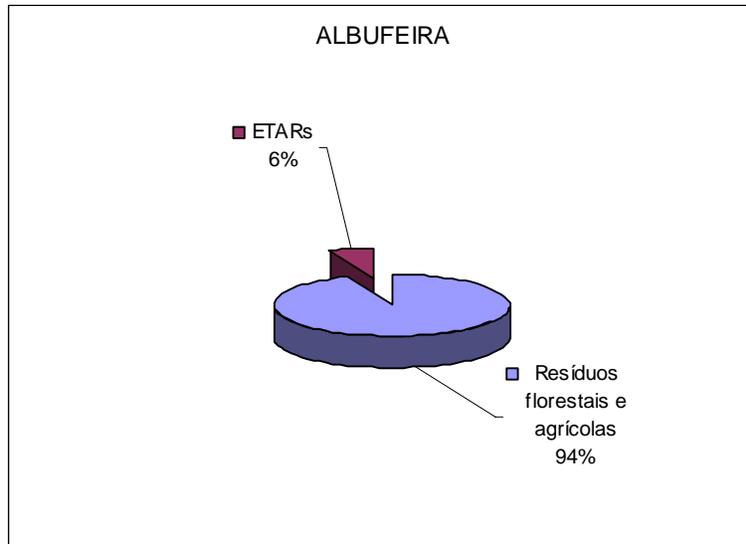


Figura 16 - Origem do potencial energético da biomassa no concelho de Albufeira

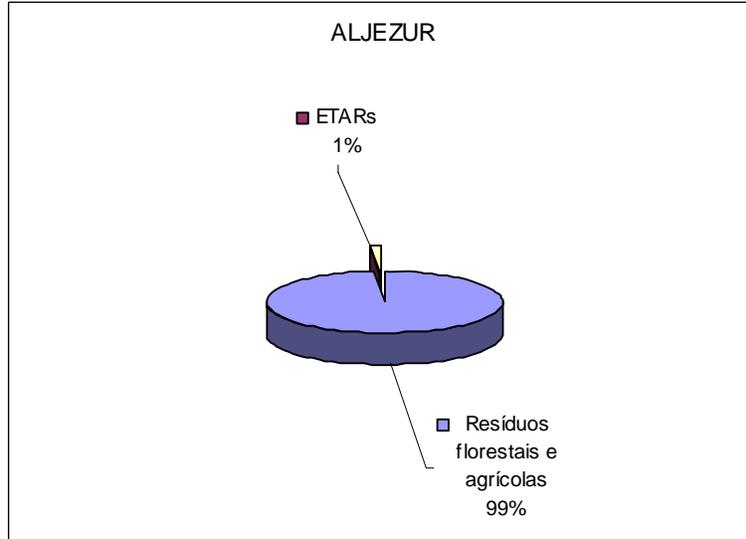


Figura 17 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Aljezur

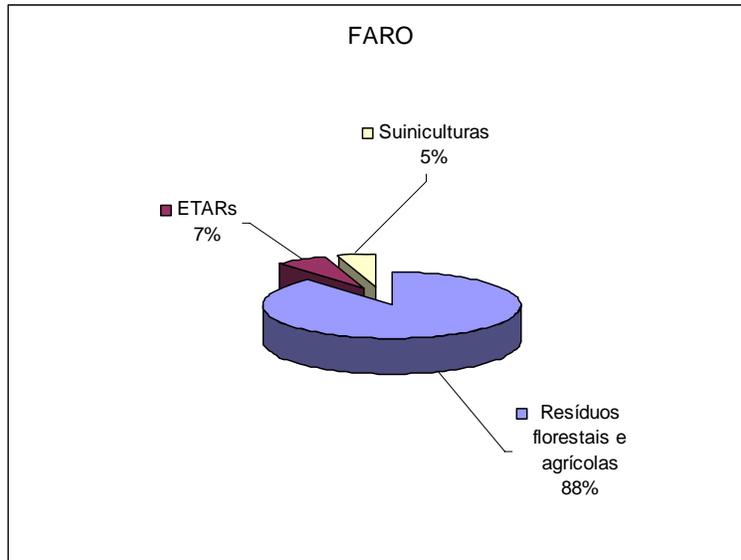


Figura 18 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Faro

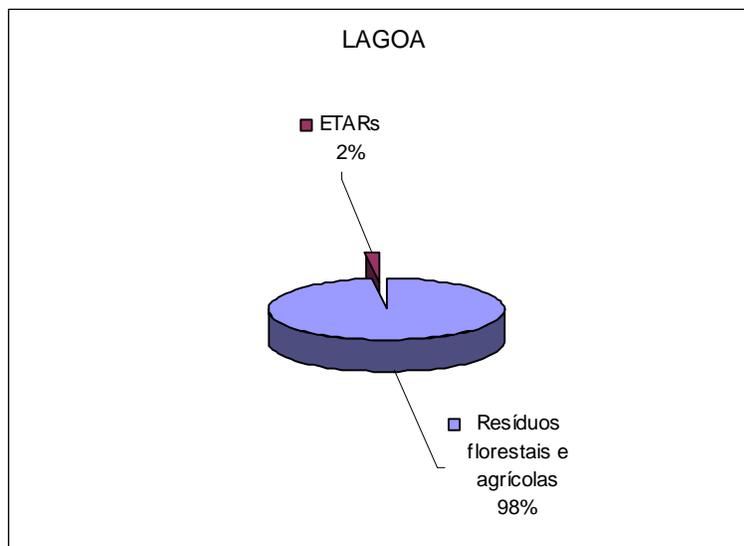


Figura 19 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Lagoa

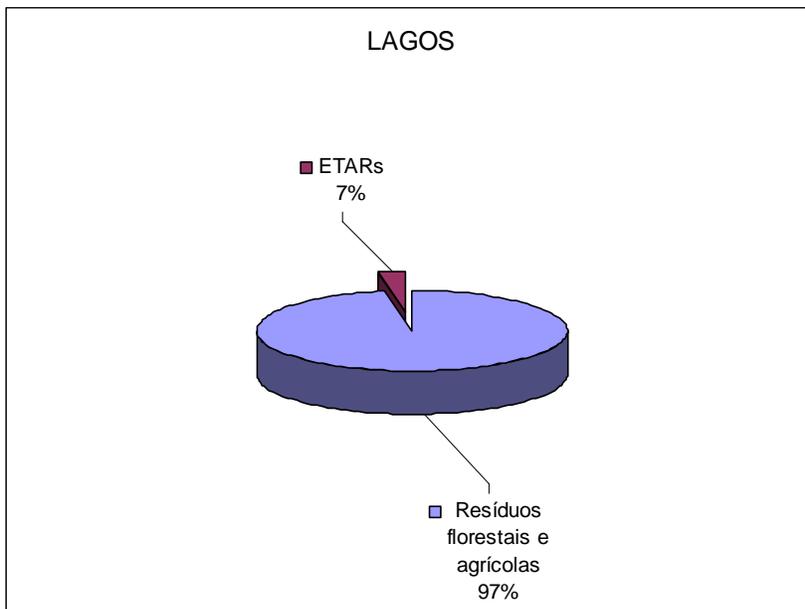


Figura 20 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Lagos

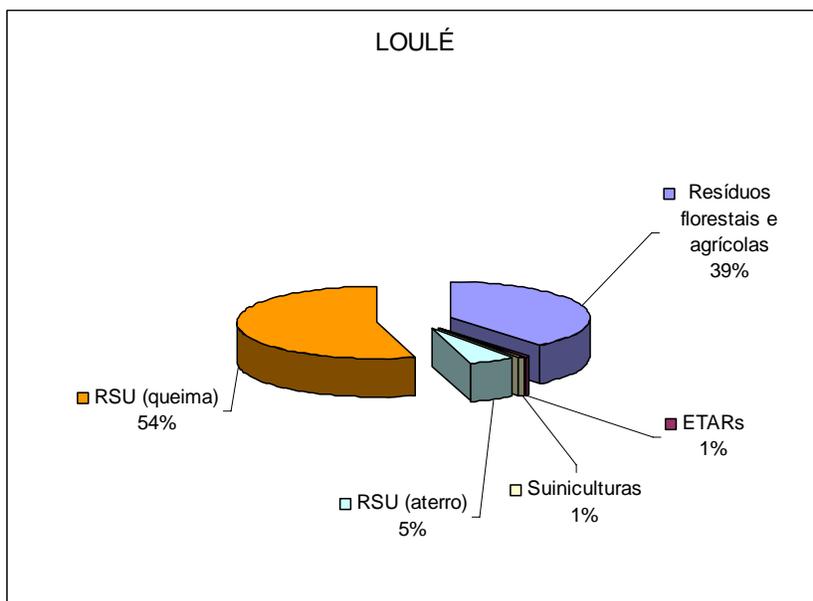


Figura 21 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Loulé

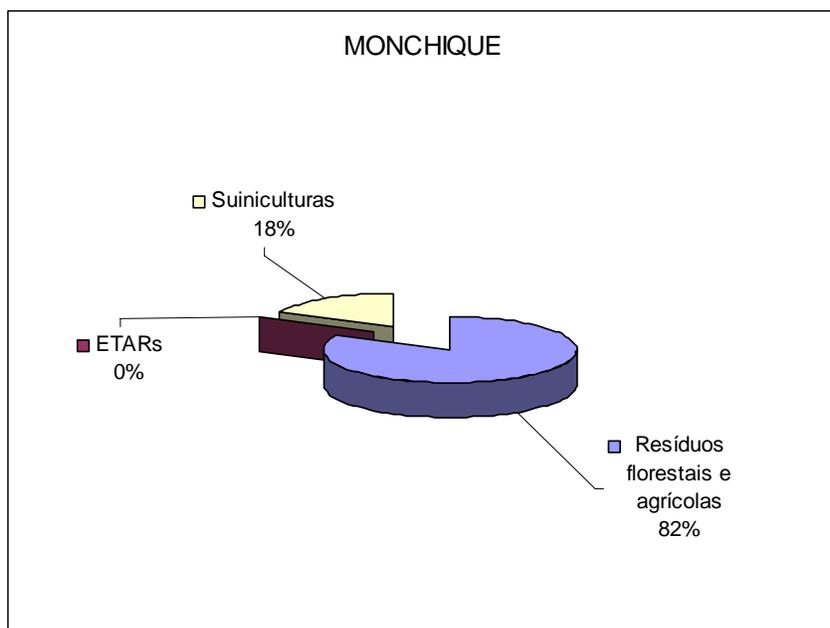


Figura 22 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Monchique

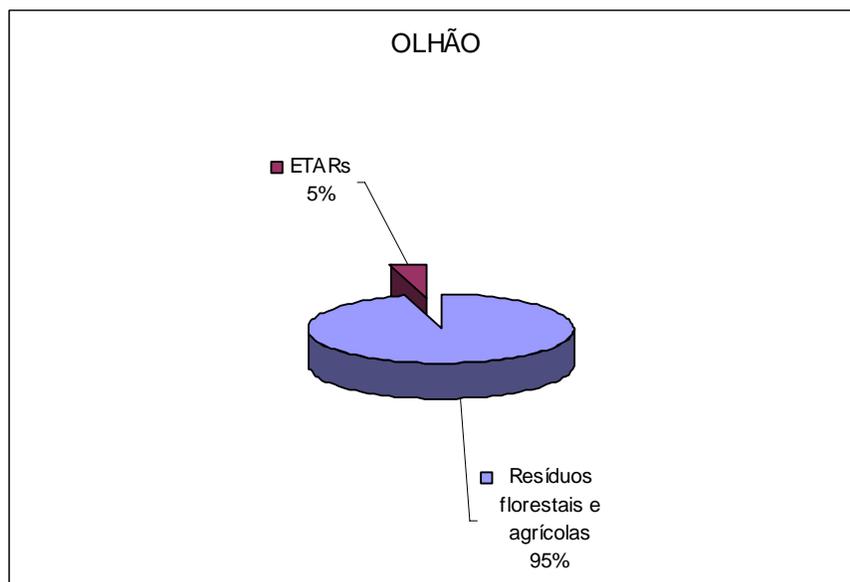


Figura 23 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Olhão

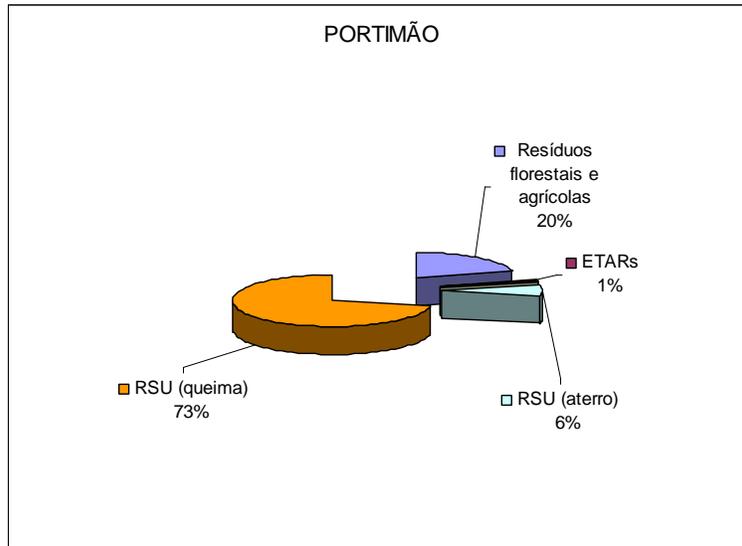


Figura 24 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Portimão

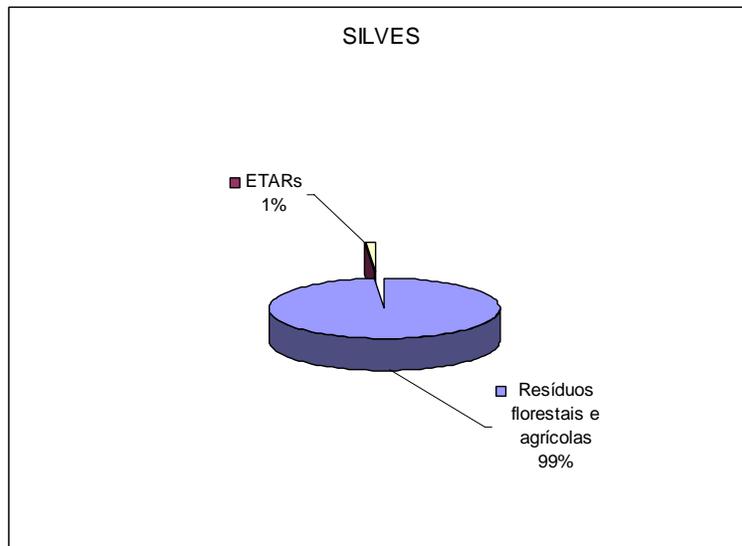


Figura 25 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Silves

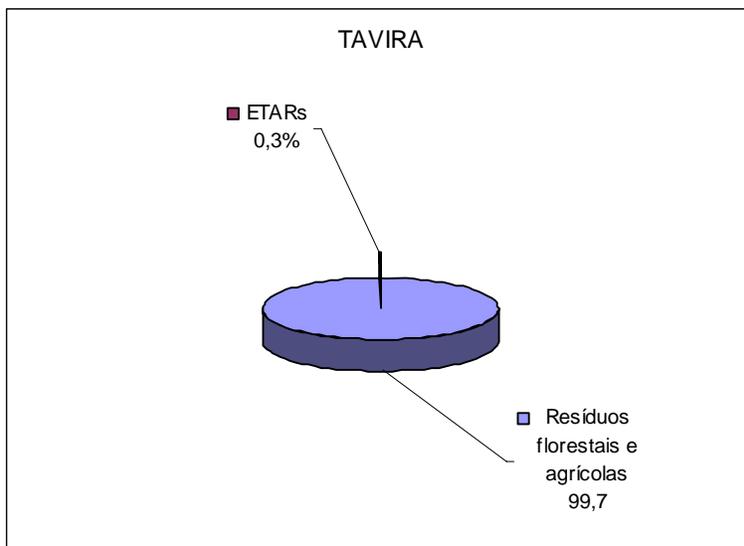


Figura 26 - Origem do potencial da biomassa no concelho de Tavira

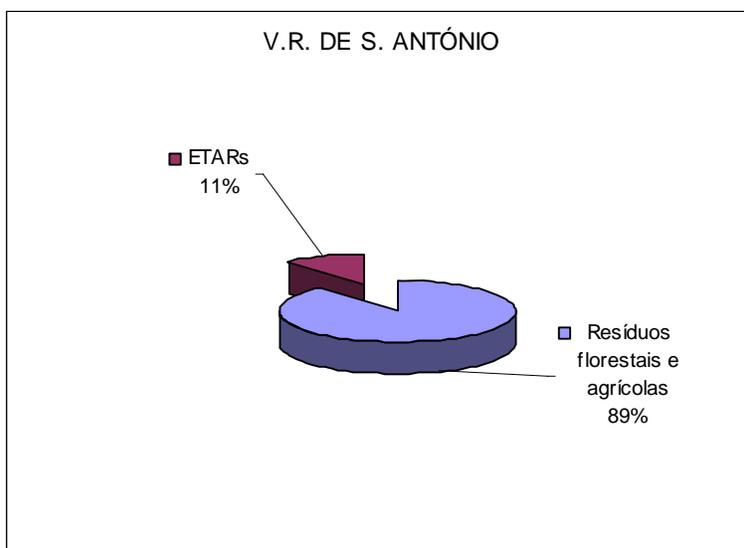


Figura 27 - Origem do potencial da biomassa no concelho de V R Sº António

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. Vias 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 Pouição 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 Solidadriedade, 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.