



ERAMAC 2 - Maximização da Penetração das Energias Renováveis e Utilização Racional da Energia nas Ilhas da Macaronésia - 2ª fase
Contrato nº 03/MAC/4.3/C3

Projecto co-financiado pela UE – INTERREG IIIB AMC, FEDER – e pela RAM, através da Vice-Presidência do Governo Regional da Madeira, com a colaboração da Direcção Regional de Florestas da Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais



Outubro de 2006



Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira
Edifício Madeira Tecnopolo, 9000-390 Funchal
Tel: 291723300; Fax: 291720033; Url: www.ream.pt

LEVANTAMENTO DO POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA FLORESTAL NA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

Relatório Síntese

Promotor:

AREAM - Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira

Colaboração:

Direcção Regional de Florestas

Coordenação geral:

J. M. Melim Mendes
Filipe Oliveira

Coordenação técnico-científica:

Duarte Barreto
Nuno Serralha

Equipa de Trabalho:

Filipe Oliveira
Elizabeth Olival
Cláudia Henriques
Gorete Soares
Duarte Barreto
Nuno Serralha
Nuno Moniz
Sónia Carvalho
Adalberto Carvalho

Outubro de 2006

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO	6
2.1. LOCALIZAÇÃO E ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	6
2.2. OROGRAFIA	7
2.2.1. ALTIMETRIA	7
2.2.2. DECLIVES	9
2.3. CLIMA	9
2.4. REDE HIDROGRÁFICA	11
2.5. REDE VIÁRIA	12
2.6. OCUPAÇÃO DO SOLO	13
2.7. CARACTERIZAÇÃO DOS POVOAMENTOS FLORESTAIS	15
3. METODOLOGIA	18
4. RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS	27
5. ANÁLISE DE RESULTADOS	30
5.1. DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA	30
5.2. POTENCIAL ENERGÉTICO	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
7. BIBLIOGRAFIA	39
ANEXOS	40

QUADROS

QUADRO 1: RELAÇÃO ÁREA/ALTITUDE	8
QUADRO 2: CLASSES DE DECLIVE POR ÁREA TOTAL NA ILHA DA MADEIRA	9
QUADRO 3: CLASSIFICAÇÃO ESTRUTURAL E EXTENSÃO DA REDE VIÁRIA DA ILHA DA MADEIRA	12
QUADRO 4: OCUPAÇÃO DO SOLO NA ILHA DA MADEIRA (SUPERFÍCIE FLORESTADA)	14
QUADRO 5: ÁREA E REGIME DE PROPRIEDADE DA FLORESTA DA ILHA DA MADEIRA	15
QUADRO 6: RELAÇÃO ENTRE A ÁREA E OCUPAÇÃO FLORESTAL	18
QUADRO 7: CLASSES DE DECLIVE RELATIVAMENTE À FLORESTA EXÓTICA	19
QUADRO 8: CLASSES DE ACESSIBILIDADE RELATIVAMENTE À FLORESTA EXÓTICA	21
QUADRO 9: CLASSES DE EXPLORABILIDADE RELATIVAMENTE À FLORESTA EXÓTICA	22

QUADRO 10: CLASSES DE EXPLORABILIDADE RELATIVAMENTE À FLORESTA EXÓTICA	27
QUADRO 11: RESULTADOS OBTIDOS NAS PARCELAS AMOSTRADAS	27
QUADRO 12: TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS REGISTADOS.....	28
QUADRO 13: ÁREA DE MATOS EM TERRENOS INCULTOS	29
QUADRO 14: QUANTIDADE DE BIOMASSA POR TIPO DE OCUPAÇÃO FLORESTAL	30
QUADRO 15: ÁREA FLORESTAL POR CLASSE DE EXPLORABILIDADE E POR CONCELHO.....	32
QUADRO 16: DISPONIBILIDADE TOTAL DE BIOMASSA FLORESTAL (T/ANO).....	33
QUADRO 17: RESUMO DO POTENCIAL ENERGÉTICO (TEP, TJ).....	35

FIGURAS

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA.....	6
FIGURA 2: ALTIMETRIA DA ILHA DA MADEIRA.....	8
FIGURA 3: REDE HIDROGRÁFICA NA ILHA DA MADEIRA.....	11
FIGURA 4: REDE VIÁRIA NA ILHA DA MADEIRA	13
FIGURA 5: OCUPAÇÃO DO SOLO DA ILHA DA MADEIRA.....	14
FIGURA 6: RELAÇÃO ENTRE FLORESTA NATURAL (LAURISSILVA) E FLORESTA EXÓTICA.....	14
FIGURA 7: EXEMPLO DE UMA ÁREA COM FLORESTA EXÓTICA.....	16
FIGURA 8: A PROPORÇÃO DOS VÁRIOS TIPOS DE OCUPAÇÃO FLORESTAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
FIGURA 9: RELAÇÃO ENTRE A ÁREA TOTAL DA RAM E A ÁREA FLORESTAL OBJECTO DE ESTUDO.....	19
FIGURA 10: MAPA DAS CLASSES DE DECLIVE	20
FIGURA 11: MAPA COM A CLASSE DE ACESSIBILIDADE (0-100 M)	21
FIGURA 12: MAPA COM A CLASSE DE ACESSIBILIDADE (0-250 M)	22
FIGURA 13: ILUSTRAÇÃO DE TODAS AS PARCELAS AMOSTRADAS	23
FIGURA 14: ILUSTRAÇÃO DA DELIMITAÇÃO DE UMA DAS PARCELAS DE AMOSTRAGEM E REGISTO DAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS	24
FIGURA 15: ILUSTRAÇÃO DE UMA DAS PARCELAS DE AMOSTRAGEM, ANTES E DEPOIS DA RECOLHA DOS MATERIAIS SOBRANTES.....	24
FIGURA 16: ILUSTRAÇÃO DA PESAGEM DAS AMOSTRAS RECOLHIDAS	25
FIGURA 17: DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA (EXPLORABILIDADE MÉDIA/ ELEVADA E REDUZIDA) PARA OS POVOAMENTOS FLORESTAIS DA ÁREA DE ESTUDO	31
FIGURA 18: ÁREA FLORESTAL POR CLASSES DE EXPLORABILIDADE E POR CONCELHO.....	32
FIGURA 19: DISPONIBILIDADE TOTAL DE BIOMASSA	33
FIGURA 20: QUANTIDADE TOTAL DE BIOMASSA EXPLORÁVEL.....	34
FIGURA 21: RELAÇÃO ENTRE BIOMASSA DISPONÍVEL E BIOMASSA EXPLORÁVEL	34
FIGURA 22: POTENCIAL ENERGÉTICO (TJ) POR CLASSE DE EXPLORABILIDADE	35
FIGURA 23: POTENCIAL ENERGÉTICO (TEP) POR CLASSE DE EXPLORABILIDADE.....	36

1. INTRODUÇÃO

A realização do presente trabalho tem como intuito a quantificação de biomassa florestal na Região Autónoma da Madeira (RAM), particularmente na Ilha da Madeira. Neste sentido, pretende-se avaliar as potencialidades na RAM no que diz respeito à transformação de resíduos de origem florestal, provenientes de operações de exploração florestal e de silvicultura preventiva, para a produção de energia, nomeadamente energia eléctrica e calor (cogeração), e utilização doméstica (briquetes e peletes).

O recurso às fontes de energias renováveis, em particular a energia resultante da transformação da biomassa florestal, tem adquirido especial relevância no âmbito da política energética da União Europeia (UE). Neste contexto, é de dar particular relevância ao actual panorama do sector energético na Região, que acompanha a tendência a nível nacional, que é pautada pela utilização e produção ineficiente da energia, registando-se as perdas na ordem dos 20%, o que implica consequentemente prejuízos ambientais e económicos. Actualmente, existe uma política energética orientada para a crescente valorização dos recursos endógenos, o que decorre principalmente da excessiva dependência dos combustíveis fósseis e devido aos acordos e compromissos nacionais e internacionais, designadamente na sequência do Protocolo de Quioto.

O aproveitamento de biomassa florestal deve-se realizar no contexto da gestão florestal sustentável e na defesa da floresta contra incêndios. Assim, a valorização energética da biomassa proveniente da recolha de resíduos de exploração florestal sem valor comercial contribui também para a diminuição da ocorrência de fogos florestais e para a melhoria do ordenamento dos espaços florestais sujeitos ao abandono.

As Ilhas Selvagens englobam três ilhéus (Selvagem Grande, Pitão Grande e Pitão Pequeno), têm na sua totalidade 3 km² de superfície e situam-se a aproximadamente 300 km a Sul da Ilha da Madeira (Rosa, *et. al.*, 1995).

As ilhas supramencionadas formam o Arquipélago da Madeira. Este arquipélago constitui uma Região Autónoma pertencente à República Portuguesa que administrativamente está sob a jurisdição de um Governo Regional e de uma Assembleia Legislativa com sede na cidade do Funchal.

2.2. OROGRAFIA

A Ilha da Madeira é muito acidentada e montanhosa, sendo cortada por vales profundos de vertentes abruptas.

A exposição base é a Norte, com predominância das inflexões a Nordeste e Noroeste. O limite Sul é maioritariamente definido pela cordilheira central da Ilha, de orientação NW – SE, a qual inclui os picos mais altos (Pico Ruivo e Pico do Areeiro) e o Planalto do Paúl da Serra (Neves, *et. al.*, 1996).

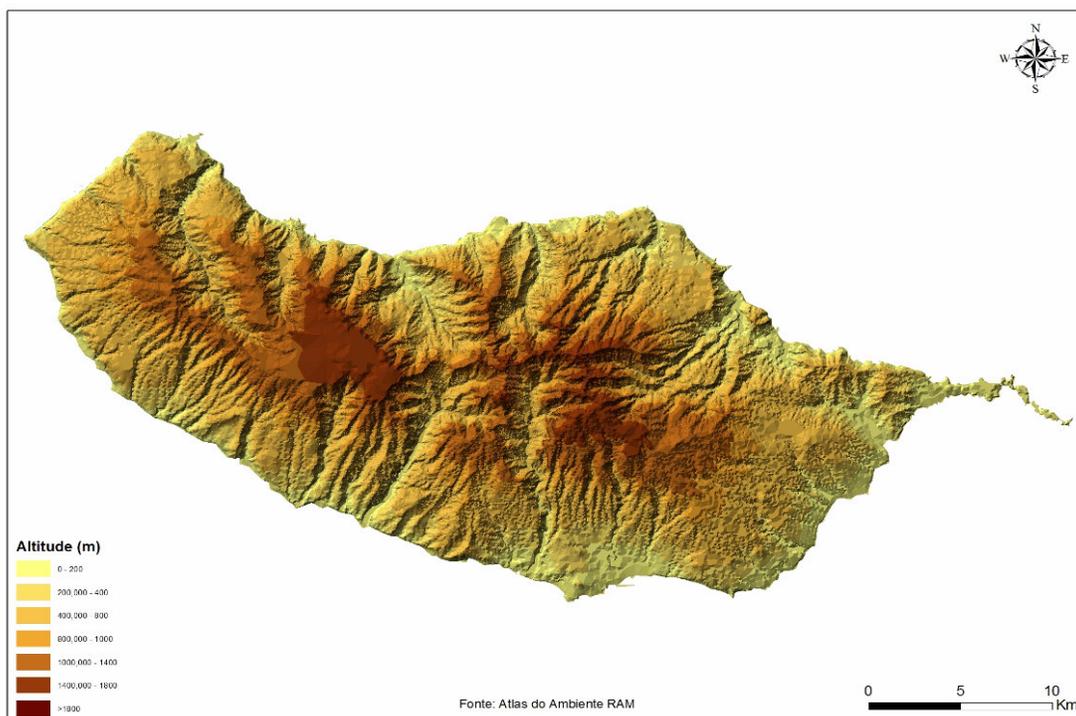
A Região tem uma forma alongada de Leste para Oeste, mas o relevo acidentado dificulta as comunicações entre as costas norte e sul, em geral altas e escarpadas.

2.2.1. ALTIMETRIA

A altitude é um factor orográfico de grande importância, que influencia a variação climática e, por conseguinte, a distribuição geográfica da vegetação.

A Ilha da Madeira apresenta vários níveis de altitude, sendo os pontos mais altos o Pico Ruivo (1862 m) e o Pico do Areeiro (1818 m), (pt.wikipedia.org) (Figura 2).

Figura 2: Altimetria da Ilha da Madeira



A costa norte é dominada por altas arribas e a Oeste surge uma região planáltica, o Paúl da Serra (1300 m - 1500 m). A altitude média desta ilha é de aproximadamente 700 m, sendo que a maior proporção da sua área situa-se acima dos 500 m de altitude (Carvalho 2002, *cit.* Loureiro, 1982) (Quadro 1).

Quadro 1: Relação Área/Altitude

Altitude (m)	Área (km ²)	%
0 – 200	63	8,7
200 – 400	255	35,3
400 – 800	142	19,7
800 – 1000	82	11,4
1000 – 1400	120	16,6
1400 – 1800	59	8,2
> 1800	1	0,1
Total	722	100

A floresta natural situa-se, sobretudo, nas cotas de maior altitude (entre os 300 e os 1300 m) e predominantemente na vertente norte da Ilha da Madeira onde a temperatura é mais baixa e os teores de humidade são mais elevados. Todavia, pode-se encontrar alguns núcleos deste tipo de coberto vegetal na encosta sul, em locais de difícil acesso, cuja altitude varia entre 700 e 1200 m (Menezes *et. al.*, 2004).

A floresta exótica situa-se essencialmente na vertente sul da Ilha da Madeira e nas cotas de menor altitude (entre os 300 e os 700 m) (Quintal, 1985).

2.2.2. DECLIVES

O declive, também ele factor orográfico, tem um grande impacte ao nível do ângulo de incidência dos raios solares e, também, do escoamento superficial e do processo erosivo.

Na Ilha da Madeira, este factor orográfico caracteriza-se em três classes de declive: Suave, Moderado e Acentuado.

Da área total do território regional, aproximadamente 66% apresenta um declive acima dos 25% (Quadro 2).

Quadro 2: Área por Classes de Declive na Ilha da Madeira

Classes (%)	Designação	Área (ha)
$0 \leq x < 16$	Suave	8000
$16 \leq x < 25$	Moderado	17000
$x \geq 25$	Acentuado	48200

Fonte: Geometral - "Cartografia da Ocupação dos Solos, Estudo Pormenorizado dos Solos, Classificação da Aptidão da Terra para Usos Específicos" e "fornecimento de um Sistema Informático para consulta e gestão interactiva de dados", para a Região Autónoma da Madeira, em 1991.

2.3. CLIMA

O clima tem uma grande importância no ciclo de vida das plantas, influenciando a sua distribuição geográfica no globo terrestre.

A insularidade, a latitude, a corrente fria das Canárias e o relevo são os factores básicos que influenciam o clima do Arquipélago da Madeira. Este é do tipo subtropical, pela

posição em latitude, mas a insularidade e a corrente fria das Canárias dão-lhe um cariz mediterrâneo (Ramos, *et. al.*, 2001).

A Madeira está submetida, praticamente todo o ano, à influência do anticiclone dos Açores, responsável pelos ventos alíseos de Norte e Nordeste, predominantes no arquipélago. Estes ventos transportam as massas de ar húmido oceânicas ao encontro das vertentes expostas a Norte, forçando-as a subir. A condensação dá-se a altitudes relativamente baixas, a partir dos 400 m ou mesmo abaixo deste valor, mas, nesta situação, as nuvens não têm um grande desenvolvimento vertical devido à subsidência anticiclónica, pelo que as chuvas são fracas. Forma-se então o característico “capacete” de nuvens (Ramos, *et. al.*, 2001).

Os tipos de clima que originam as chuvas mais abundantes no arquipélago são os correspondentes à passagem de perturbações da frente polar vindas de Norte e Noroeste, e a depressões estacionárias (gotas de ar frio). Os primeiros são responsáveis por um acentuado contraste norte-sul, na repartição das chuvas, enquanto os segundos podem dar chuvas abundantes em toda a ilha (Ramos, *et. al.*, 2001).

As vertentes setentrionais, expostas aos ventos alísios e às perturbações frontais vindas de N e NW, são mais frescas e húmidas, atingindo precipitações mais elevadas do que as vertentes meridionais, mais secas e soalheiras, abrigadas desses fluxos. Assim, no litoral meridional, os valores de precipitação são inferiores a 750 mm (550 mm na cidade do Funchal). Contudo, no litoral norte os valores de pluviosidade atingem os 1500 mm, para subirem rapidamente com a altitude, ultrapassando os 3000 mm anuais (Ramos, *et. al.*, 2001).

As diferenças de altitude também influenciam a temperatura. Os planaltos e cumes mais elevados, que se situam no centro da Ilha da Madeira, têm temperaturas médias mensais na ordem dos 14°C no Verão e de aproximadamente 5°C no Inverno. No litoral meridional verifica-se a ocorrência de temperaturas médias mensais de 21°C no Verão e de 15°C no Inverno (Ramos, *et. al.*, 2001).

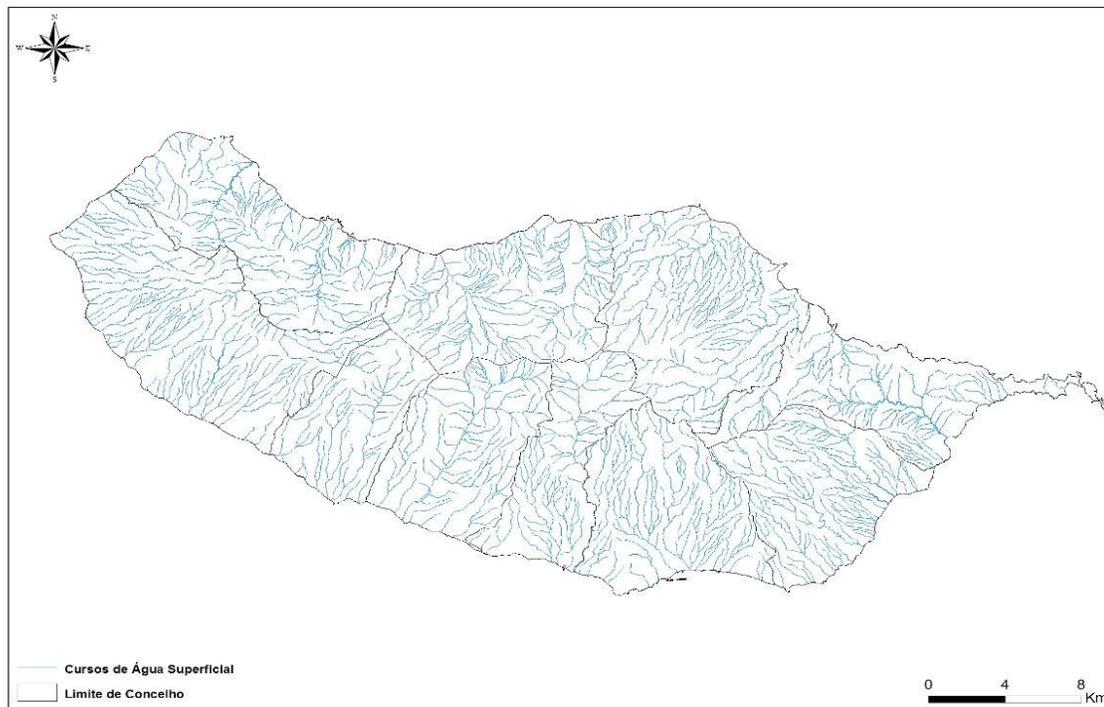
2.4. REDE HIDROGRÁFICA

A rede hidrográfica de uma dada região é determinante para a variação que a sua orografia pode sofrer ao longo do tempo, influenciando também a distribuição geográfica do coberto vegetal e o seu desenvolvimento.

A elevada densidade do coberto vegetal da Floresta Natural da RAM intercepta quantidades de água consideráveis, provenientes, quer da chuva, quer da interceptação de nevoeiros, o que contribui para a formação de diversas nascentes e abastecimento dos aquíferos subterrâneos.

Na encosta norte da ilha, encontra-se uma quantidade elevada de linhas de água (nascentes e pequenas ribeiras de carácter torrencial), dispersas por toda a superfície desta encosta, cujo caudal, embora diminuto no período estival, se mantém com alguma importância (Figura 3). O mesmo já não se verifica com os cursos de água da vertente sul, que são sazonais, secando durante a época estival (Neves *et. al.*, 1996).

Figura 3: Rede Hidrográfica na Ilha da Madeira



A zona oeste é abastecida por águas de infiltração do planalto do Paúl da Serra, em que a circulação se faz através de fissuras nas escoadas basálticas, sendo as nascentes condicionadas pela ocorrência de níveis piroclásticos a diferentes altitudes. Pode-se ainda considerar duas outras unidades de recarga: uma do Pico do Areeiro – Pico Ruivo e outra do Santo da Serra (Neves *et. al.*, 1996).

A abundância dos caudais conjugada com os desníveis abruptos dá, frequentemente, origem a quedas de água espectaculares, algumas das quais são parte integrante do património paisagístico regional (Neves *et. al.*, 1996).

2.5. REDE VIÁRIA

A Rede Viária da Ilha da Madeira subdivide-se em Rede Principal e Rede Complementar. A primeira é constituída pela Via Rápida, pela Via Expresso e pelas Vias Regulares. Da segunda, fazem parte as Vias Complementares.

A Via Rápida e a Via Expresso foram recentemente construídas com o intuito de proporcionar uma melhor acessibilidade às sedes de concelho da Ilha da Madeira e deste modo permitir, de uma forma mais eficiente, o desenvolvimento económico regional. Estas têm actualmente uma extensão total de 44,00 km e 79,48 km, respectivamente (Quadro 3).

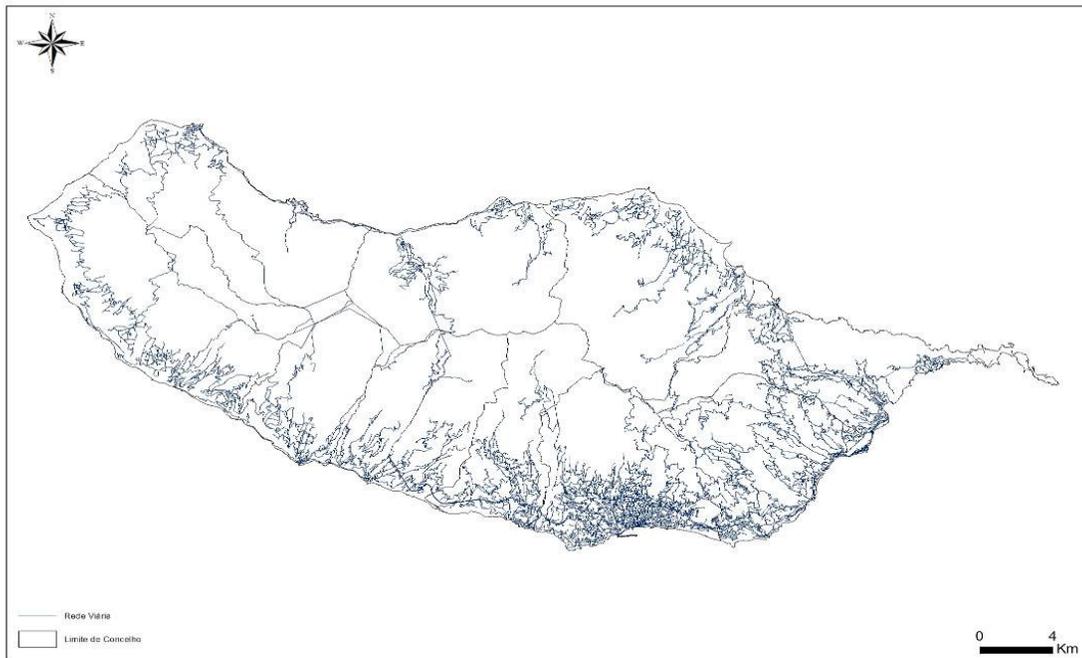
Quadro 3: Classificação Estrutural e Extensão da Rede Viária da Ilha da Madeira

Via Rápida (km)	Via Expresso (km)	ER Tipologia 100 (km)	ER Tipologia 200 (km)
44,00	79,48	305,54	281,20

Fonte: Direcção Regional de Estradas da Região Autónoma da Madeira, 2006.

As Vias Regulares (Estrada Regional Tipologia 100) e as Vias Complementares (Estrada Regional Tipologia 200), não só se interligam entre si, como também servem de acesso à Via Rápida, à Via Expresso, às diversas localidades da Região e à rede viária florestal (Figura 4).

Figura 4: Rede Viária na Ilha da Madeira



A rede viária serve de apoio à gestão florestal, sendo composta por caminhos florestais, estradões, trilhos e respectivos lacetes de ligação e locais de cruzamento e inversão de marcha. Os caminhos florestais dão passagem, durante todo o ano, a todo o tipo de veículos. Nos estradões, a circulação é limitada aos veículos todo o terreno e têm a função de servir de apoio às operações florestais e compartimentação da floresta. Os trilhos são vias, de existência efémera, destinadas à passagem exclusiva de tractores e máquinas florestais (Louro *et. al.*, 2000).

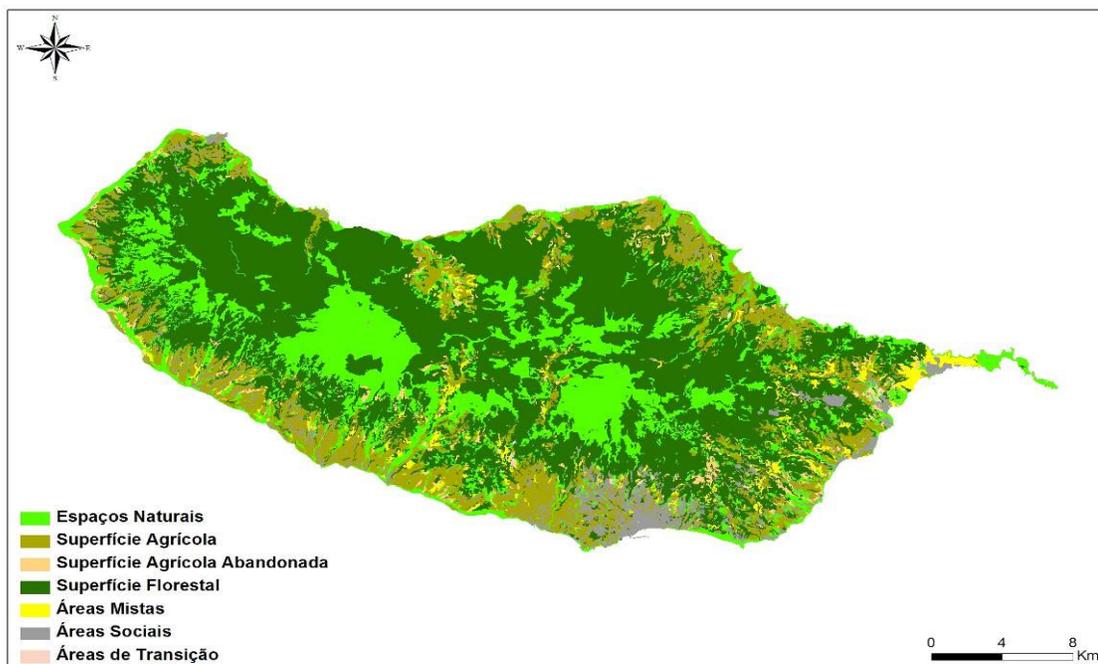
O objectivo da rede viária dos povoamentos florestais é facilitar a circulação dentro destes, aquando da sua constituição, condução e exploração, beneficiando igualmente as condições de prevenção e combate a incêndios florestais (Louro *et. al.*, 2000).

2.6. OCUPAÇÃO DO SOLO

A floresta da Ilha da Madeira é constituída por dois tipos de coberto vegetal: a floresta natural e a floresta exótica. A área total de ocupação florestal (superfície florestada) é de aproximadamente 35 640 ha (Figura 5). A área ocupada pela floresta exótica é

ligeiramente superior à área ocupada pela floresta natural, sendo que a primeira representa 56% da área total (Figura 6, Quadro 4).

Figura 5: Ocupação do solo da Ilha da Madeira

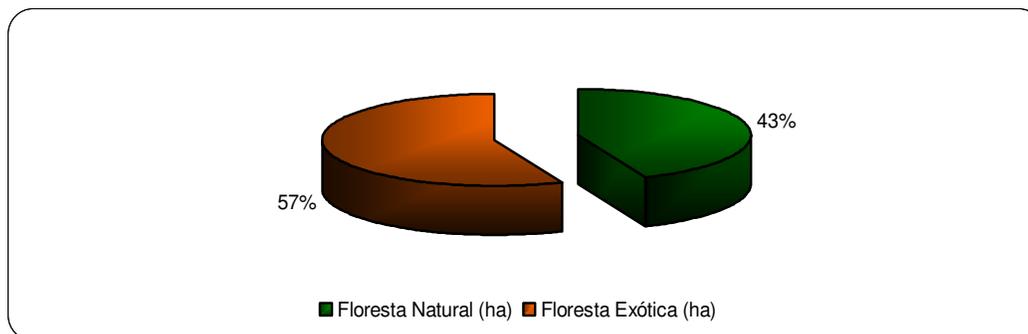


Quadro 4: Ocupação do Solo na Ilha da Madeira (Superfície Florestada)

Floresta Natural (ha)	Floresta Exótica (ha)	Área Total Florestada (ha)
15500	20140	35 640

Fonte: Geometral - "Cartografia da Ocupação dos Solos, Estudo Pormenorizado dos Solos, Classificação da Aptidão da Terra para Usos Específicos" e "fornecimento de um Sistema Informático para consulta e gestão interactiva de dados", para a Região Autónoma da Madeira, em 1991.

Figura 6: Relação entre Floresta natural (Laurissilva) e Floresta exótica



Um factor importante a realçar é o regime de propriedade da área florestal, que nesta ilha é muito disperso, quer na sua dimensão física (95% das explorações têm uma área inferior a 1 ha e cerca de 85% é inferior a 0,5 ha), quer no número elevado de proprietários desse minifúndio, e ainda o regime jurídico dessas mesmas propriedades (Quadro 5).

Quadro 5: Área e regime de propriedade da floresta da Região Autónoma da Madeira

Proprietários Privados (ha)	Logradouros (ha)	Propriedades Comunitárias (ha)	Zonas Florestais Públicas (ha)	Propriedades Camarárias (ha)
35 800	4 037	11 365	3 867	1 000

Fonte: Geometral - "Cartografia da Ocupação dos Solos, Estudo Pormenorizado dos Solos, Classificação da Aptidão da Terra para Usos Específicos" e "fornecimento de um Sistema Informático para consulta e gestão interactiva de dados", para a Região Autónoma da Madeira, em 1991.

Dos 77 710 ha, que constituem a área total das ilhas da Madeira e do Porto Santo, cerca de 72% correspondem a superfícies com aptidão florestal e de incultos (56 069 ha). Das 8 399 explorações existentes, 8 362 encontram-se ocupadas por matos e floresta, e apenas 37 são exclusivamente florestais.

2.7. CARACTERIZAÇÃO DOS POVOAMENTOS FLORESTAIS

A floresta regional é caracterizada por um conjunto de comunidades autóctones, que constituem a denominada floresta *Laurissilva*, e pela presença de essências florestais introduzidas pelo Homem, que compõem a floresta exótica.

A floresta natural tem essencialmente a função de conservação devido ao elevado valor ecológico e paisagístico que evidencia. A floresta Laurissilva é considerada Zona de Protecção Especial (ZPE) no âmbito da Directiva Aves Selvagens e Sítio de Interesse Comunitário ao abrigo da Directiva Habitats. Está classificada como Reserva Biogenética do Conselho da Europa desde 1992 e em 1999 foi galardoada com distinção pela UNESCO como Património Mundial Natural, o único do género até ao momento em Portugal. A Região Autónoma da Madeira apresenta, ainda, a maior e mais bem conservada mancha de floresta Laurissilva da Região Biogeográfica da Macaronésia, que

é constituída pelos Arquipélagos da Madeira, Açores, Canárias e Cabo Verde. Pelas características que a floresta Laurissilva apresenta, esta não poderá ser contabilizada no que concerne à questão da utilização de resíduos florestais para aproveitamento energético.

Atendendo às características da floresta exótica (Figura 7), considera-se que este tipo de coberto vegetal é o que melhor se enquadra no âmbito da realização deste estudo (quantificação do potencial energético da biomassa florestal).

Figura 7: Exemplo de uma área com floresta exótica



Neste sentido, a floresta exótica apresenta, manifestamente, maior aptidão e condições favoráveis de disponibilização de resíduos florestais para valorização energética, quer pelo volume de material que produz, quer por questões ambientais e ecológicas. Este tipo de coberto vegetal apresenta-se desordenado devido à ausência de um plano de gestão nesta superfície com aptidão florestal. A inexistência de gestão florestal na maioria das zonas onde se verifica a presença de floresta introduzida está intrinsecamente relacionada com regime de propriedade dos terrenos (minifúndio) e pelo regime jurídico dessas propriedades (na sua maioria propriedades privadas). Daqui advém a ocorrência de quantidades elevadas de carga combustível (ramagens, bicadas, cascas, toijas e outros resíduos de origem florestal) na floresta exótica. Só com a elaboração de um plano

de ordenamento florestal adequado a estas áreas, será possível proceder à valorização energética da biomassa resultante dos resíduos provenientes de operações de exploração florestal. Por outro lado, os benefícios inerentes à aplicação de um plano de gestão permitirão a diminuição da ocorrência de fogos florestais, através da limpeza desta mancha florestal (silvicultura preventiva).

A floresta exótica é constituída por povoamentos puros e mistos de espécies, das quais se destaca o pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), o eucalipto (*Eucalyptus globulus*), a acácia (*Acacia sp.*) e o castanheiro (*Castanea sativa*). Contudo, no âmbito das operações de rearborização e arborização, têm-se introduzido outras espécies exóticas, tais como, a Pseudotsuga (*Pseudotsuga mensiesii*) e Criptoméria (*Cryptomeria japonica*). Estas espécies de porte arbóreo, devido ao seu rápido crescimento e à qualidade da sua madeira, tornam-se aliciantes para os proprietários florestais.

Segundo a literatura citada (Quintal, 1985), as espécies exóticas com maior representatividade na Ilha da Madeira são o Pinheiro Bravo, o Eucalipto, a Acácia e o Castanheiro.

No sub-coberto da floresta introduzida, verifica-se no estrato arbustivo a ocorrência de giesta (*Cytisus scoparius*) e carqueja (*Ulex europaeus*).

O estrato herbáceo é composto fundamentalmente por feitaira (*Pteridium aquilinum*) e silvado (*Rubus sp.*).

3. METODOLOGIA

Para o levantamento do potencial energético da biomassa florestal da RAM, utilizou-se diversos métodos, para aferir a quantidade de resíduos florestais existente nos povoamentos florestais, nos matos (sub-bosque e terrenos incultos) e na indústria transformadora de madeira.

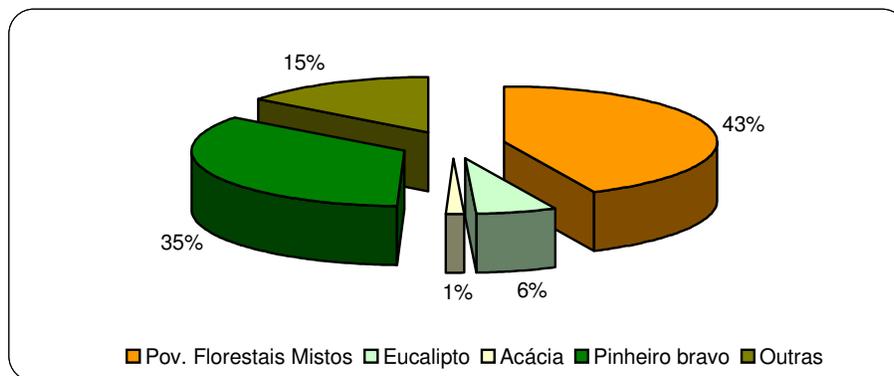
Relativamente aos **povoamentos florestais**, considerou-se diferentes tipos de ocupação: povoamentos florestais mistos, povoamentos puros de eucalipto, acácia, pinheiro bravo e outros (pinheiro silvestre, pinheiro insigne, criptoméria, pseudotsuga, camacípares e castanheiro) (Quadro 6).

Quadro 6: Relação entre a área e ocupação florestal

Tipo de Ocupação Florestal	Área (ha)
Povoamentos Florestais Mistos	7 228,63
Eucalipto	1 054,46
Acácia	204,18
Pinheiro bravo	5 866,66
Outros	2 453,51
Total	16 807,44

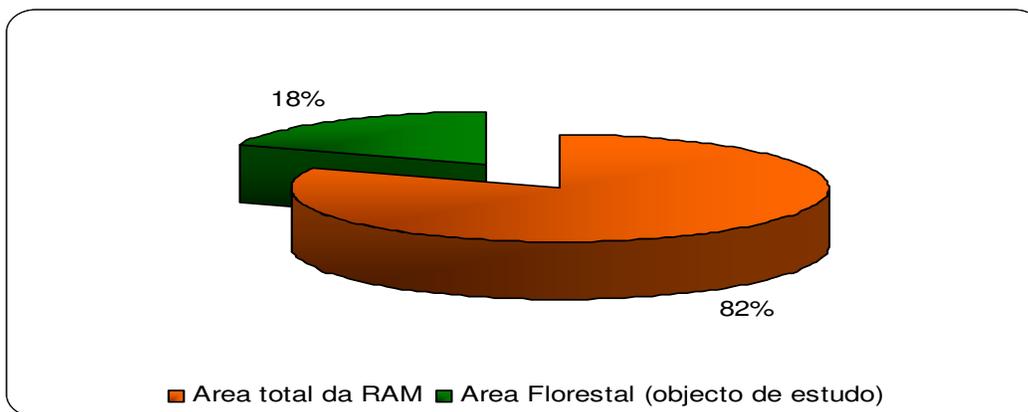
Considerou-se para os povoamentos florestais mistos a existência de 50% de Pinheiro bravo, 40% de Eucalipto e 10% de Acácia., de acordo com as proporções evidenciadas.

Figura 8: A proporção dos vários tipos de ocupação florestal da área de estudo



O coberto vegetal da área de estudo tem uma superfície de 16 807,44 ha, a qual corresponde a 18% da área total da Ilha da Madeira (Figura 9).

Figura 9: Relação entre a área total da RAM e a área florestal objecto de estudo



A floresta exótica disponibiliza uma quantidade de resíduos que são na sua maioria passíveis de ser explorados. No entanto, face às condições limitadoras de dois factores físicos, nomeadamente o declive do terreno e a distância à rede viária, surgiu a necessidade de ponderar a actuação destas restrições na possibilidade de extracção de resíduos dos povoamentos florestais.

Relativamente aos factores físicos a considerar, para o declive, definiu-se três classes (Quadro 7).

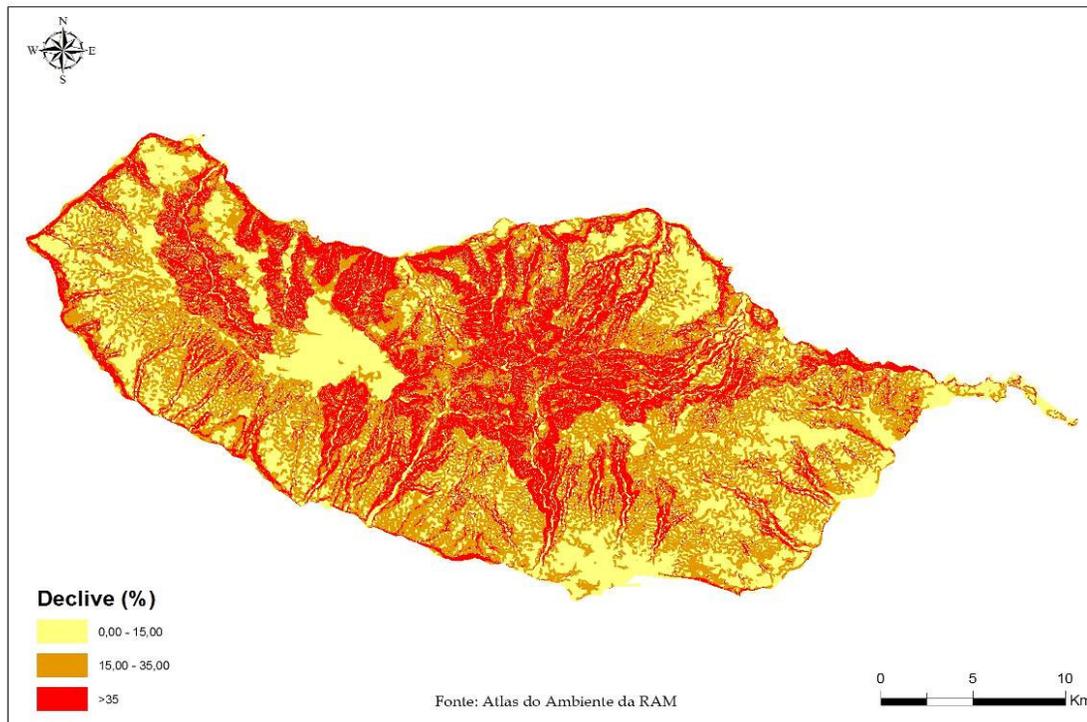
Quadro 7: Classes de Declive relativamente à Floresta Exótica

Classes de Declive	Factores de Ponderação
< 15%	1
15% - 35%	2
> 35%	3

Para declives inferiores a 15%, não há limitações relativamente à exploração dos povoamentos. Para valores de declives compreendidos entre 15 e 35%, as operações executam-se com algumas limitações, principalmente quanto à possibilidade e ao tipo de máquinas a utilizar. As áreas onde os valores de declive são superiores a 35% apresentam elevadas restrições quanto à explorabilidade dos povoamentos.

A partir do recurso a um software SIG (ArqGIS 9 - ArcMap – versão 9.1), utilizou-se a carta de altimetria para a produção do mapa de declives. Através da extensão 3D Analyst do ArcMap, foi possível realizar o mapa de declives com as classes pretendidas (Figura 10).

Figura 10: Mapa das classes de declive



Posteriormente, através da extensão ArcToolbox (Analysis Tools – Overlay - Intersect), procedeu-se à intersecção das cartas da floresta exótica com a carta de concelhos, de forma a obter as áreas de floresta por concelho, para além de obter também a área total no conjunto da Ilha. A esta carta, fez-se a intersecção da carta de declives com o intuito de obter informação geográfica da distribuição da floresta exótica por concelho e dentro de cada classe de declive.

Para além das classes de declive, foram definidas classes de acessibilidade à rede viária com distâncias entre os 0 e 100 m, dos 100 aos 250 m e superior a 250 m (Quadro 8). Nesta função utilizou-se a extensão ArcToolbox (Analysis Tools – Proximity – Buffer), criando-se assim áreas apenas em torno da rede viária principal e secundária, uma vez

que a rede terciária e os ramais localizam-se essencialmente na malha urbana. Este cruzamento de informação permitiu definir áreas florestais por concelho com as respectivas distâncias à rede viária e por classe de declive.

Quadro 8: Classes de Acessibilidade relativamente à Floresta Exótica

Classes de Acessibilidade	Factores de Ponderação
0 – 100 m	1
100 –250 m	2
> 250 m	3

Mais detalhadamente, foram feitos dois buffers, um com a área que engloba a distância à rede viária dos 0 aos 100 m (Figura 11) e outro dos 0 aos 250 m (Figura 12). Para obter a área com distância à rede viária dos 100 aos 250 m, foi retirada a área de intercepção entre estes dois buffers. Para determinar a área com uma distância à rede viária superior a 250 m, foi feita uma intercepção entre a área total e o buffer que contém a área da distância à rede viária dos 0 aos 250 m.

Figura 11: Mapa com a classe de acessibilidade (0-100 m)

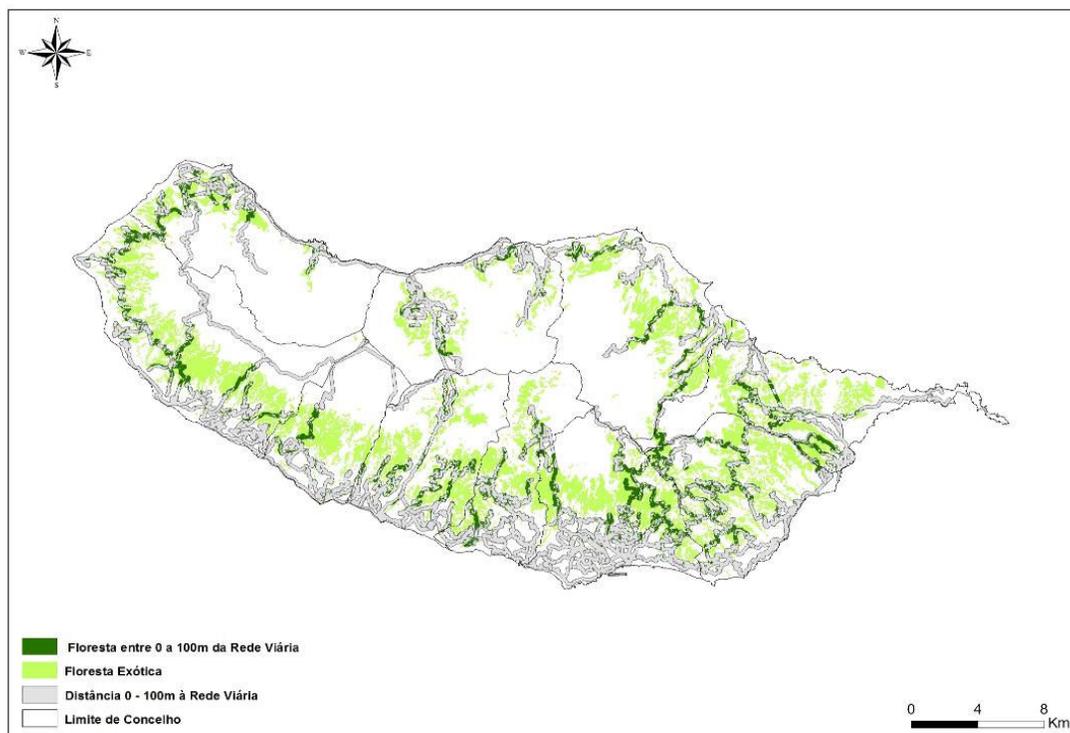
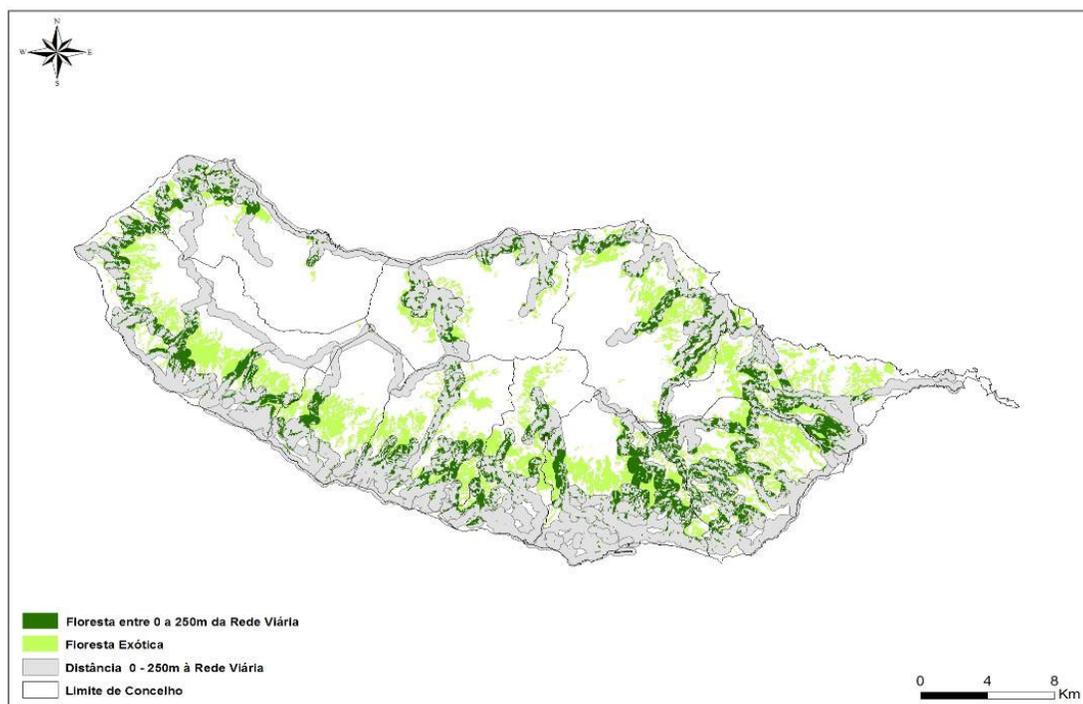


Figura 12: Mapa com a classe de acessibilidade (0-250 m)



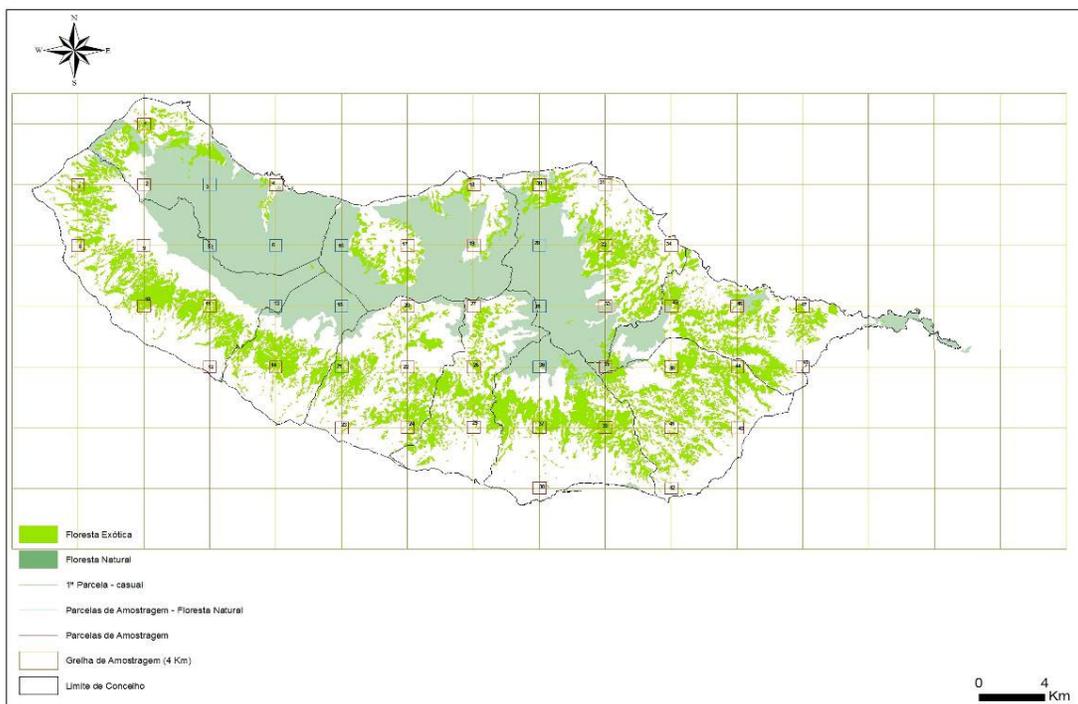
À posteriori, procedeu-se ao cruzamento destas classes (classes de declive e de acessibilidade) através de um software SIG (ArqGIS 9 - ArcMap – versão 9.1), obtendo-se a intercepção da ocupação florestal com as classes de declive e as classes de acessibilidade. A soma dos factores de ponderação atribuídos anteriormente permitiu definir as classes de explorabilidade (Quadro 9).

Quadro 9: Classes de Explorabilidade relativamente à Floresta Exótica

Classes de Explorabilidade	Combinação entre as Classes de declive e a distância à rede viária	Descrição	Soma dos Factores de Ponderação
Classe 1	0-15%; 0-100m	Explorabilidade Elevada sem restrições	< 3
Classe 2	<15%;100-250m <15%;> 250m 15-35%; 0-100m 15-35%; 100-250m >35%; 0-100m	Explorabilidade Média com pequenas restrições	3 a 4
Classe 3	15-35%;> 250m >35%;> 250m >35%; 100-250m	Explorabilidade Reduzida com grandes restrições	> 4

No que diz respeito aos **matos (sub-bosque)**, a metodologia processou-se nas seguintes etapas: registo de dados no terreno, tratamento de dados e utilização de um sistema de informação geográfica (SIG), nos mesmos moldes que para os povoamentos florestais. O registo de dados no terreno iniciou-se com a localização das parcelas de amostragem, recorrendo a ortofotomapas. Utilizou-se uma amostragem sistemática, sendo que a primeira parcela foi localizada casualmente e todas as outras equidistantes entre si (de 4 em 4 km) (Figura 13).

Figura 13: Ilustração de todas as parcelas amostradas



Este método estatístico conduz a estimativas úteis, através de um processo eficiente e pouco dispendioso. Após a localização de cada uma das parcelas de amostragem, fez-se o registo das suas coordenadas geográficas com GPS e caracterizou-se o coberto vegetal da zona envolvente onde estas se inserem. As parcelas de amostragem têm uma área de 20 m² (4 x 5 m). A circunscrição destas efectuou-se utilizando uma fita métrica.

Das 48 parcelas localizadas, foram amostradas apenas 24, uma vez que as restantes parcelas localizam-se em manchas de floresta natural, área agrícola ou área urbana.

Após a delimitação das parcelas de amostragem procedeu-se ao corte e recolha dos materiais sobrantes e outros resíduos que se encontravam em sub-coberto, incluindo regeneração natural com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) inferior a 4 cm (Figura 14 e 15).

Figura 14: Ilustração da delimitação de uma das parcelas de amostragem e registo das coordenadas geográficas



Figura 15: Ilustração de uma das parcelas de amostragem, antes e depois da recolha dos materiais sobrantes



A seguir à execução do corte e da recolha dos resíduos de origem florestal, realizou-se a pesagem dos mesmos repetindo-a três vezes. À posteriori, determinou-se o valor médio das três pesagens para cada uma das amostras (Figura 16).

Figura 16: Ilustração da pesagem das amostras recolhidas



Findo o trabalho de campo, foi efectuado o tratamento dos dados registados utilizando a análise estatística (Amostragem sistemática sem estratificação – ver Anexo I) como ferramenta operacional, para maior fiabilidade dos resultados obtidos (relativamente à quantificação de biomassa florestal).

Depois de concluir o tratamento estatístico dos dados registados no terreno, fez-se a extrapolação do valor médio obtido (em unidades de massa) por parcela de amostragem para as três classes de explorabilidade (já definidas para os povoamentos florestais). Considerou-se para exploração deste tipo de vegetação, limpezas de matos em sub-bosque de cinco em cinco anos.

No concerne aos **matos (incultos)**, considerou-se o mesmo valor médio (em unidades de massa) dos matos (sub-bosque). Contudo, ao invés dos matos (sub-bosque), cuja exploração é efectuada de cinco em cinco anos, previu-se que os matos dos terrenos incultos sejam explorados com rotações mais curtas (3 anos), visto terem melhores condições de crescimento.

No âmbito deste estudo, entrou-se em linha de conta com os materiais sobrantes provenientes da **Indústria Transformadora de Madeira**. Os dados relativos a este sector foram obtidos do estudo “Avaliação do Potencial Energético da Biomassa na RAM” (AREAM - INETI, 2005).

4. RECOLHA E TRATAMENTO DE DADOS

Relativamente aos povoamentos florestais, para a quantificação da biomassa (t/ano), utilizou-se os valores de produtividade média (DRF, 2006), um factor de ponderação relativamente à proporção de ocupação total da área de estudo e um factor de conversão (www.gruponahise.com/simposio) de unidades de volume (m³) para unidades de massa (t), para cada um dos tipos de ocupação (Quadro 10).

Quadro 10: Classes de Explorabilidade relativamente à Floresta Exótica

Tipo de Ocupação Florestal	Área (ha)	Ponderação Total Ocupação	Produtividade média (m ³ /ha/ano)	Factor de conversão (t/m ³)
Povoamentos Florestais Mistos	7228,63	0,43	14	0,483
Eucalipto	1054,46	0,06	22	0,530
Acácia	204,18	0,01	22	0,387
Pinheiro bravo	5866,66	0,35	6	0,465
Outras	2453,51	0,15	6	0,458
Total	16807,44			

Em relação aos matos (sub-coberto), foram obtidos os seguintes resultados (Quadro 11).

Quadro 11: Resultados obtidos nas parcelas amostradas

Parcelas Amostradas (nº)	Concelho	Quantidade de Resíduos (kg)
1	Porto Moniz	45,932
7	Calheta	39,401
8	Calheta	19,3
10	Calheta	43,6
11	Calheta	31
14	Ponta do Sol	25,868
20	Ribeira Brava	44,799
21	Ribeira Brava	62,5
22	Ribeira Brava	6,567
24	Ribeira Brava	22,499
26	Câmara de Lobos	30,268
30	Santana	16,567
31	Santana	27,967
32	Santana	28,099
35	Machico	6,367
37	Funchal	23,934
39	Funchal	19,501

40	Santa Cruz	19,167
41	Santa Cruz	18,4
43	Santa Cruz	20,766
44	Santa Cruz	20,001
45	Machico	35,868
46	Machico	22,567
47	Machico	54,5

O concelho onde se obteve o valor mais elevado (em kg) por metro quadrado foi o Concelho do Porto Moniz (2,30 kg). O menor valor por metro quadrado foi obtido no Concelho de Santa Cruz (0,98 kg).

É de realçar que, no Concelho de São Vicente, não se amostrou nenhuma parcela, uma vez que estas se localizam em zonas de floresta natural.

O valor médio de biomassa florestal obtido por parcela é de aproximadamente 28,60 kg (Quadro 12). Atendendo a que cada parcela tem uma área de 20 m², daqui deduz-se que o valor médio por metro quadrado é de aproximadamente 1,43 kg.

Quadro 12: Tratamento Estatístico dos Resultados Registados

Variáveis estatísticas	Resultados
Média	28,60
Variância	196,15
Desvio padrão	14,01
Coefficiente de Variação	49,04
Variância da Média	8,17
Erro Padrão	2,86
Erro Padrão em % da Média	10,01
Erro de Amostragem	5,91 *
Intervalo de confiança]22.65,34.55[
Erro de Amostragem em % da Média	20,71

* kg / 20 m² → t = 2,069 para 23 g.l. (0,05)

No que concerne aos **matos (incultos)**, apenas foi feita uma extrapolação para a área total deste tipo de ocupação (Quadro 13), tendo como referência o valor médio obtido para os matos (sub-bosque) – 1 m² = 1,43 kg.

Quadro 13: Área de matos em terrenos incultos

	Área (ha)
Matos (Incultos)	3 065,89

Para a Indústria Transformadora de Madeira, não foi realizado qualquer tipo de tratamento de dados.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para cada um dos tipos de ocupação florestal, calculou-se a disponibilidade de biomassa florestal distribuída pelas três classes de explorabilidade e o respectivo potencial energético, que seguidamente se apresenta.

5.1. DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA

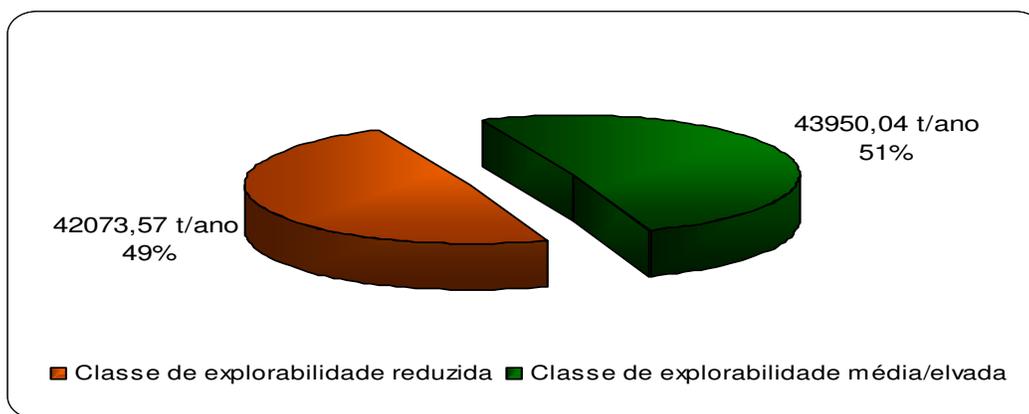
Fazendo uma primeira análise ao quadro 14, verifica-se que os povoamentos com composição mista apresentam uma maior disponibilidade de biomassa passível de ser explorada sem restrições (2 797,08 t/ano), enquanto que o acacial apresenta menor valor (99,48 t/ano). A disparidade destes valores é influenciada pela área das composições anteriormente referidas (os povoamentos mistos apresentam uma área de ocupação aproximadamente trinta e cinco vezes superior à área do acacial). Considerando uma área de ocupação idêntica para ambos os tipos de composição em questão e tendo em conta os valores de produtividade dos mesmos (14 m³/ha/ano para os povoamentos mistos e 22 m³/ha/ano para os povoamentos puros de acácia), obter-se-ia um valor muito maior para o acacial. De facto, pode-se referir que os povoamentos de acácia são, geralmente, os que disponibilizam uma quantidade superior de biomassa florestal.

Quadro 14: Quantidade de biomassa por tipo de ocupação florestal

Tipo de Ocupação Florestal	Biomassa (t/ano)		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Povoamentos Florestais Mistos	2797,08	22176,03	23906,87
Eucalipto	703,56	5578,05	6013,41
Acácia	99,48	788,67	850,23
Pinheiro bravo	936,63	7425,88	8005,47
Outras	385,81	3058,84	3297,58
TOTAL biomassa	4922,56	39027,48	42073,57
Área total (ha)	961,78	7625,26	8220,41

Analisando a área total de ocupação florestal (16 807,44 ha), objecto de estudo, verifica-se que uma grande proporção de área encontra-se na classe de explorabilidade reduzida (42 073,57 t/ano) (Figura 17). Tal situação relaciona-se com o facto de aproximadamente 66% da superfície total da Ilha da Madeira apresentar uma orografia acidentada.

Figura 17: Disponibilidade de biomassa (explorabilidade média/ elevada e reduzida) para os povoamentos florestais da área de estudo



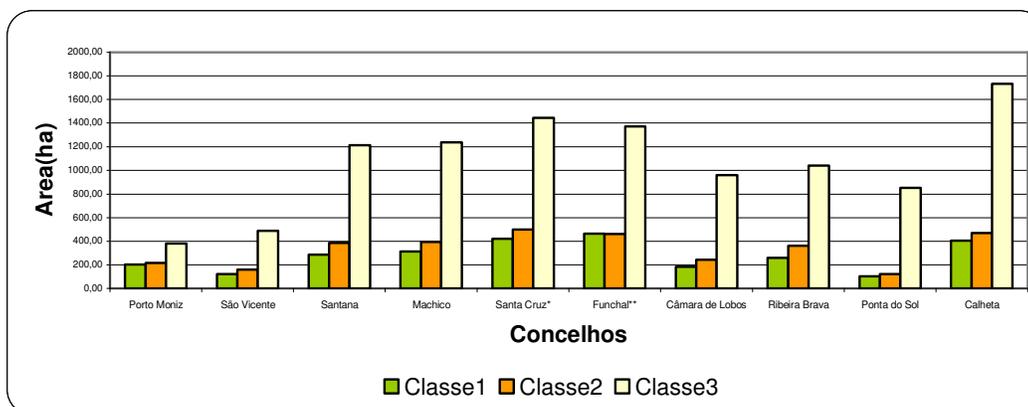
Nesta análise de resultados, também foi avaliada, para cada uma das três classes de explorabilidade, a área de floresta por concelho. Com base nos resultados obtidos, verifica-se que os concelhos que apresentam uma maior área de floresta susceptível de ser explorada (**9 222,40 ha – 55%**), situam-se maioritariamente na vertente sul e nas cotas de menor altitude (**Machico, Santa Cruz, Funchal e Calheta**). Destes concelhos, a **Calheta (2 607,71 ha)** ostenta o maior valor, que representa 15% da área total da superfície florestal. Por esta razão, deduz-se que este concelho apresenta maior aptidão para a exploração de resíduos florestais, relativamente aos restantes concelhos (Quadro 15).

Quadro 15: Área florestal por Classe de explorabilidade e por Concelho

Concelho	Área Florestal (ha)	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Porto Moniz	799,86	104,97	436,58	258,30
São Vicente	771,40	26,74	287,90	456,76
Santana	1 887,03	89,40	968,10	829,52
Machico	1 944,73	106,14	844,74	993,84
Santa Cruz	2 368,43	197,34	1 313,08	858,01
Funchal	2 301,53	138,04	992,37	1 171,13
Câmara de Lobos	1 387,31	51,93	499,13	836,25
Ribeira Brava	1 662,21	69,86	661,43	930,92
Ponta do Sol	1 077,24	32,62	383,48	661,13
Calheta	2 607,71	144,73	1 238,45	1 224,53
TOTAL	16 807,44	961,78	7 625,26	8 220,41

Os concelhos do **Porto Moniz** e **São Vicente** são os que apresentam o menor valor (**1 571,25 ha**) de ocupação florestal, que representa **9,3%** da área florestal total. Este facto deve-se a uma maior ocupação por parte da floresta natural (Laurissilva) nestes concelhos (Figura 19).

Figura 18: Área florestal por classes de explorabilidade e por concelho



Em síntese, no que respeita à quantidade total de biomassa disponível, o valor obtido foi de **153 146,98 t/ano**, do qual, cerca de **57% (87 563,05 t/ano)** pode ser explorado, sem restrições ou então com pequenas restrições (**Classe 1 e 2**), enquanto que aproximadamente **43% (65 583,93 t/ano)** encontra-se em áreas com explorabilidade reduzida (Quadro 16).

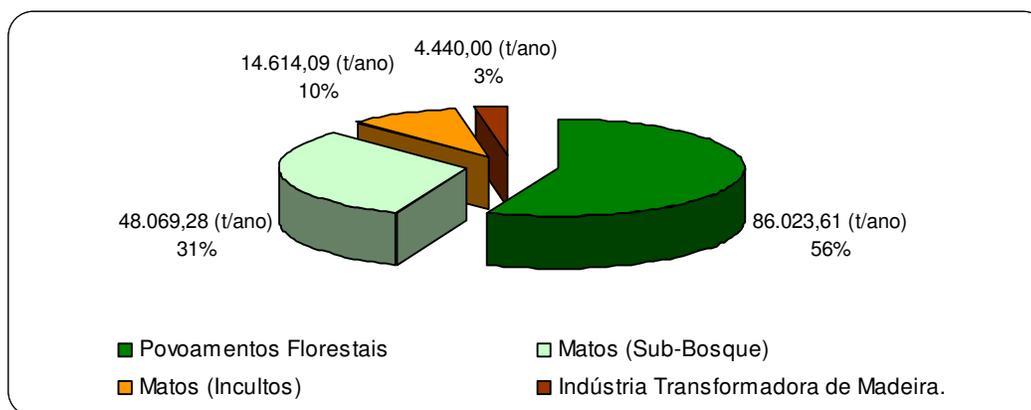
Quadro 16: Disponibilidades de Biomassa Florestal por Classe de Explorabilidade

Existências (objecto de estudo)	Área (ha)	Biomassa (t/ano)			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Total
Povoamentos Florestais	16 807,44	4 922,56	39 027,48	42 073,57	86 023,61
Matos (Sub-Bosque)	16 807,44	2 750,68	21 808,23	23 510,36	48 069,28
Sub-Totais	---	7 673,24	60 835,71	65 583,93	134 092,89
		68 508,95			
Matos (Incultos)	3 065,89	14 614,09		---	---
Indústria Transform. de Madeira	---	4 440,00		---	---
TOTAL	---	87 563,05		65 583,93	153 146,98

Relativamente ao valor total de biomassa disponível, os **povoamentos florestais** contribuem com mais de metade do seu valor (**86 023,61 t/ano**).

O Sector da Indústria Transformadora de Madeiras (ITM) tem a menor representatividade no que concerne ao fornecimento de resíduos florestais (4 440 t/ano que equivale a um valor residual de 3%) para valorização energética (Figura 18).

Figura 19: Disponibilidade total de biomassa



Quanto à área de estudo (**16 807,44 ha**), verifica-se que existe um potencial de biomassa disponível de **134 092,89 t/ano** resultantes das áreas de povoamentos florestais e matos (sub-bosque). Deste valor, apenas **68 508,95 t/ano** corresponde a um potencial de biomassa explorável.

Figura 20: Quantidade total de biomassa explorável

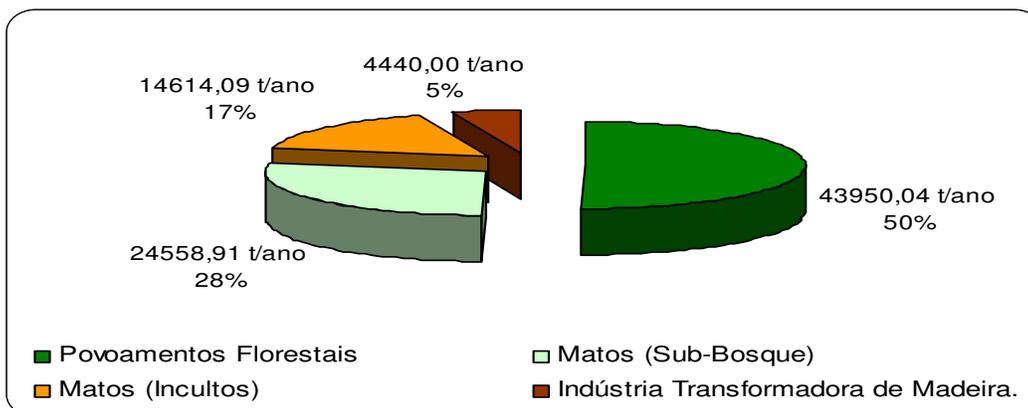
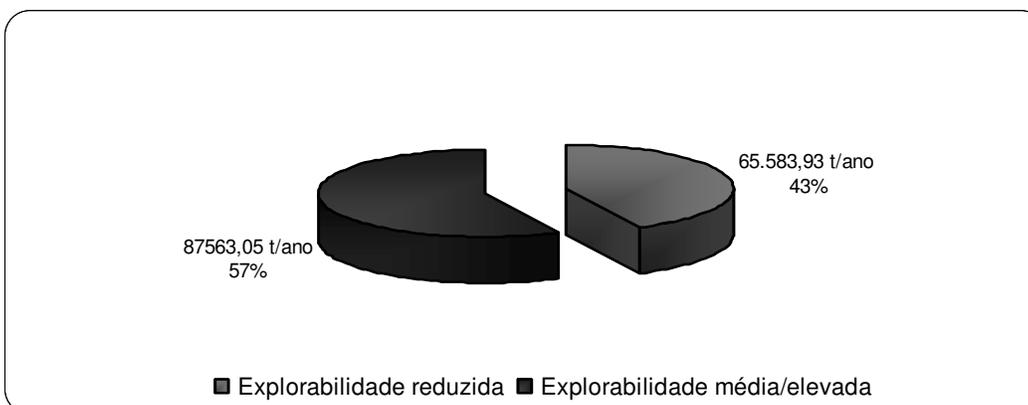


Figura 21: Relação entre Biomassa Disponível e Biomassa Explorável



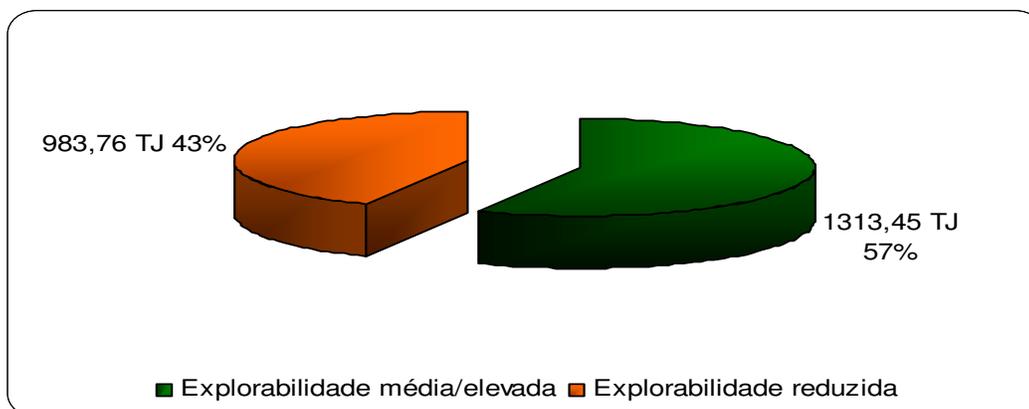
5.2. POTENCIAL ENERGÉTICO

O potencial energético total obtido foi de **30 629,40 tep/ano**, o que equivale a **2 297,20 TJ/ano** (TeraJoule/ano), determinados a partir de uma quantidade total de biomassa de **153 1465,98 t/ano**. Deste valor total de potencial energético, aproximadamente **57% (17 512,61 tep/ano ou 1 313,45 TJ/ano)** corresponde a uma explorabilidade média/elevada, enquanto que **13 116,78 tep/ano (983,76 TJ/ano)** corresponde a uma explorabilidade reduzida (Quadro 17).

Quadro 17: Resumo do potencial energético (tep, TJ)

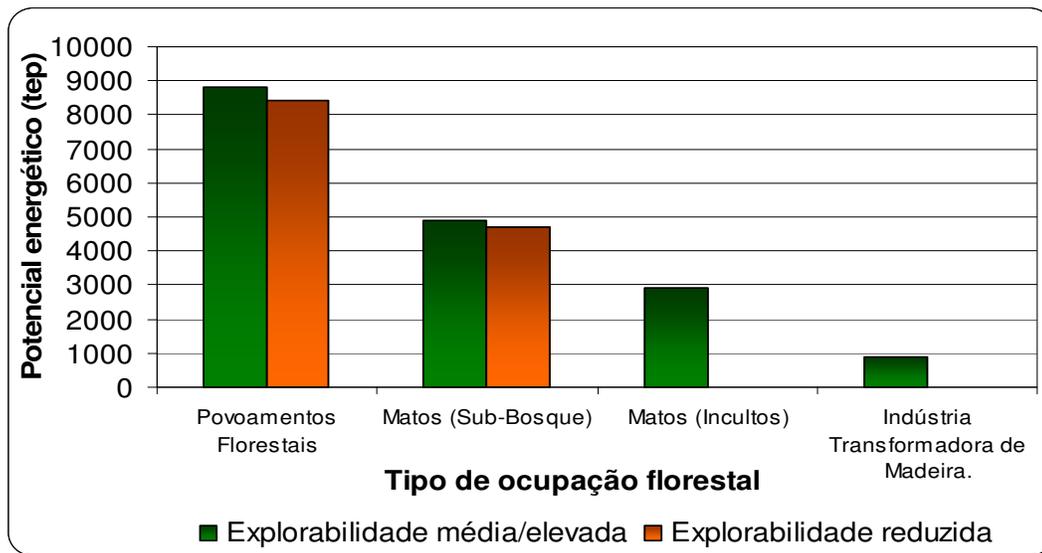
Existências	Biomassa t/ano		Potencial Energético			
	Explorab. Média/elevada	Explorab. Reduzida	tep/ano		TJ/ano	
			Explorab. Média/elevada	Explorab. Reduzida	Explorab. média/elevada	Explorab. Reduzida
Povoamentos Florestais	43 950,04	42 073,57	8 790,01	8 414,71	659,25	631,10
Matos (Sub-Bosque)	24 558,91	23 510,36	4 911,78	4 702,07	368,38	352,66
Sub-Total	68 508,95	65 583,93	13 701,79	13 116,78	1 027,63	983,76
Matos (Incultos)	14 614,09		2 922,82		219,21	
Indústria Transformadora de Madeira	4 440,00	---	888,00	---	66,60	---
TOTAL	87 563,04	65 583,93	17 512,61	13 116,78	1 313,44	983,76
	153 146,98		30 629,40		2 297,20	

Figura 22: Potencial Energético (TJ) por Classe de Explorabilidade



Do valor total de potencial energético proveniente da biomassa explorável, **17 512,61 tep/ano (1 313,45 TJ/ano)**, cerca de **13 701,79 tep/ano (1 027,63 TJ/ano)**, deve-se aos povoamentos florestais e matos no sub-bosque (Figura 22).

Figura 23: Potencial Energético (tep) por Classe de Explorabilidade



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelas considerações apresentadas na introdução do estudo, relativamente ao uso do potencial de biomassa florestal, não há qualquer dúvida sobre a importância que este recurso teve no passado, e voltará a ter no futuro, como fonte de energia primária endógena.

A utilização e valorização de biomassa florestal assume claramente um papel importante na diminuição da dependência externa dos combustíveis fósseis, podendo ser encarado, não só, como uma oportunidade de negócio e de criação de emprego em zonas rurais, lutando contra a desertificação das comunidades rurais, assim como, um instrumento preventivo de luta contra os incêndios, através da limpeza das florestas. É de realçar ainda que o aproveitamento de biomassa florestal é uma oportunidade inequívoca de criar na Região um instrumento fundamental para a melhoria da gestão e ordenamento dos espaços florestais sujeitos ao abandono.

Assim sendo, pode-se verificar que a área de estudo (**16 807,44 ha**) reúne condições favoráveis à disponibilização de biomassa florestal (**134 092,89 t/ano**), proveniente de povoamentos florestais exóticos e matos (sub-coberto). No entanto, há que referir que estar disponível (potencial) é diferente de ser possível (explorável), isto é, a disponibilidade diz respeito ao potencial existente enquanto a explorabilidade é referente à quantidade de biomassa passível de ser explorada ou utilizada. Quer isto dizer, que nem todos os resíduos quantificados são passíveis de ser explorados, face às condições limitadoras de certos factores, como o declive do terreno e/ou a distância a vias de comunicação. Do cruzamento e ponderação da actuação destas limitações é que foi possível aferir da explorabilidade ou não da biomassa florestal disponível.

O termo explorabilidade é portanto um conceito dinâmico que, relativamente aos povoamentos florestais e matos (sub-bosque), é expresso em três classes: Classe 1 – Explorabilidade elevada, sem restrições (**961,78ha – 7 673,24 t/ano – 6%**); Classe 2 – Explorabilidade média, com algumas restrições (**7 625,26 ha – 60 833,71 t/ano – 45%**) e Classe 3 – Explorabilidade reduzida, com elevadas restrições (**8 220,41ha – 65 583,93 t/ano – 49%**).

A disponibilização de resíduos florestais provenientes dos matos em terrenos incultos (**14 614,09 t/ano**), assim como da indústria transformadora de madeira (**4 440,00 t/ano**), foram igualmente contabilizados neste trabalho, sendo que, principalmente, estes últimos não foram muito significativos, decorrente, eventualmente, da estrutura incipiente da indústria transformadora de madeira na Região. Não obstante, contabilizadas as proveniências de biomassa florestal, estima-se que a quantidade total anual de biomassa florestal na Ilha da Madeira seja de **153 146,98** toneladas, das quais **87 563,05** toneladas correspondem a uma explorabilidade média/elevada e **65 583, 93** toneladas revelam uma explorabilidade reduzida com elevadas restrições, essencialmente, pela orografia do terreno.

Verificou-se ainda que os concelhos que apresentam potencialmente melhores condições em disponibilizar biomassa florestal estão localizados na encosta sul da Ilha da Madeira, principalmente, **Calheta, Funchal, Santa Cruz e Machico**, representando no total, aproximadamente, **55% (9 222,40 ha)** da área de estudo. Por outro lado, os concelhos a Norte, **Porto Moniz e São Vicente**, representam apenas **9,3% (1 571,25 ha)** da área total. Este facto justifica-se pela reduzida ocupação florestal de espécies exóticas nesses concelhos, devido sobretudo à predominância das manchas de floresta natural.

Relativamente, à estimativa do potencial energético da biomassa florestal na Região, pode-se referir que para um valor total de **30 629,40 tep – 2 297,20 TeraJoules**, correspondem a uma explorabilidade média/elevada cerca de **17 512,61 tep – 1 313,45 TeraJoule** e **13 116,19 tep – 983,76 TeraJoule** têm uma explorabilidade reduzida.

Salienta-se ainda a possibilidade de serem contabilizados outros resíduos para aproveitamento de biomassa florestal, além dos abordados neste trabalho, designadamente, os provenientes das espécies invasoras que ameaçam a flora indígena, resultando em melhorias evidentes na preservação dos habitats e da Biodiversidade, assim como os resíduos resultantes da limpeza dos jardins e das bermas das estradas, que na sua globalidade podem funcionar como um acréscimo efectivo da disponibilização de biomassa florestal passível de ser explorada na Região.

7. BIBLIOGRAFIA

- Carvalho, A – *Avaliação de Perigosidade das Cheias Rápidas na Bacia da Ribeira de Machico (Ilha da Madeira)*. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2001-2002, pp.5.
- Direcção Regional de Estradas da Região Autónoma da Madeira, 2006.
- Ferreira, M.C.; Ferreira, G.W.S. – *O Aproveitamento da Água na Ilha da Madeira* – Ministério das Obras Públicas. DGDR, 1944-1969.
- Geometral – “*Cartografia da Ocupação dos Solos, Estudo Pormenorizado dos Solos, Classificação da Aptidão da Terra para Usos Específicos*” e “*fornecimento de um Sistema Informático para consulta e gestão interactiva de dados*”, para a Região Autónoma da Madeira, 1991.
- *Madeira (Portugal)*.in [http://pt.wikipedia.org/wiki/Madeira_\(Portugal\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Madeira_(Portugal)).
- Menezes, D. *et tal* – *A Floresta Laurissilva da Madeira*, Património Mundial. Parque Natural da Madeira. Madeira, 2004, pp.30.
- Neves, H.C. – *Laurissilva da Madeira, Caracterização quantitativa e qualitativa*. 1996, pp. 18.
- *Plano de Política Energética da Região Autónoma da Madeira*. RAM, 2000
- Press, J.R.; Short, M.J. – *Flora of Madeira*. Intercept. London, 1994.
- Quintal, R. Vieira, M – *Esboço de Geografia Física*. Secretaria Regional do Turismo e da Cultura. Região Autónoma da Madeira, Agosto 1985, pp.76.
- Ramos, *et. al* – *Geografia de Portugal, caderno de documentos*. Universidade Clássica de Lisboa Lisboa, 2000-2001, pp.69.
- Rosa, F.; Vieira, A. – *Avaliação do Potencial Energético da Biomassa na Região Autónoma da Madeira*. AREAM, INETI – Madeira, 2005, 87 pp.
- Louro, G; Marques, H; Salinas, F. – *Elementos de Apoio à Elaboração de Projectos Florestais*. DGF. Lisboa, 2000, pp.50..
- <http://mega.ist.utl.pt/~csm/mapa%20madeira%20atlas.gif>
- www.portugal.gov.pt/.../PT/Portugal/Territorio/
- Pedro, Nuno – *Criação de um sistema de informação geográfica para gestão de resíduos de pinheiro bravo*. UTAD. Vila Real, 2003
- www.gruponahise.com/simposio

ANEXOS

Anexo 1: Amostragem sistemática sem estratificação

AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA SEM ESTRATIFICAÇÃO

Se a fracção de amostragem (n/N) for superior a 5%, há que aplicar o factor de correcção (cpf) na determinação da variância da média populacional, sendo que:

$$\text{Cpf} = \frac{N-n}{N}$$

1) Cálculo da Média

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Em que: x_i – Quantidade de biomassa por parcela de amostragem
 n – Número de parcelas de amostragem

2) Variância

$$s^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$$

3) Desvio Padrão

$$s = \sqrt{s^2}$$

4) Coeficiente de variação

$$CV(\%) = \frac{s}{\bar{x}} 100$$

5) Variância da média

$$s^2_{\bar{x}} \approx \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}$$

6) Erro Padrão

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{s^2_{\bar{x}}}$$

7) Erro Padrão em percentagem da média

$$s\bar{x}(\%) = \frac{s\bar{x}}{\bar{x}} 100'$$

8) Erro de amostragem

$$SE = s\bar{x} \cdot t$$

9) Intervalo de confiança

$$IC = \bar{x} \pm s\bar{x}t$$

10) Erro de amostragem em percentagem da média

$$SE(\%) = \frac{SE}{\bar{x}} 100$$

Anexo 2: Quadros Complementares

Distribuição das Áreas de Floresta Mista e Exótica por Concelho na Ilha da Madeira

Concelho	Área Total do Concelho (km ²)	Área de Floresta Mista e Exótica (m ²)	Área Floresta Mista e Exótica (ha)
Porto Moniz	83	7 998 560	799,86
São Vicente	80	7 714 007	771,40
Santana	96	18 870 252	1 887,03
Machico	68	19 447 265	1 944,73
Santa Cruz*	67	23 684 305	2 368,43
Funchal**	73	23 015 342	2 301,53
Câmara de Lobos	52	13 873 064	1 387,31
Ribeira Brava	65	16 622 125	1 662,21
Ponta do Sol	47	10 772 357	1 077,24
Calheta	111	26 077 114	2 607,71
TOTAL	742	168 074 391	16 807,44

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Distribuição da Floresta Mista e Exótica por Classe de Declive na Ilha da Madeira

Classes de Declive (%)	Área Total (ha)
0 - 15	5 364,59
15 - 35	7 107,78
>35	4 335,06
TOTAL	16 807,44

Área de Floresta por Classe de Declive por Concelho na Ilha da Madeira

Concelho	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL (ha)
Porto Moniz	363,25	296,06	140,55	799,86
São Vicente	163,32	309,85	298,23	771,40
Santana	742,96	636,60	507,47	1 887,03
Machico	561,40	859,02	524,31	1 944,73
Santa Cruz*	1 037,58	1 060,32	270,53	2 368,43
Funchal**	592,29	948,37	760,87	2 301,53
Câmara de Lobos	308,89	530,47	547,94	1 387,31
Ribeira Brava	373,37	714,96	573,88	1 662,21
Ponta do Sol	294,86	496,56	285,82	1 077,24
Calheta	926,67	1 255,59	425,45	2 607,71
TOTAL	5 364,59	7 107,78	4 335,06	16 807,44

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Matos (incultos)

	Área (ha)	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Matos (sub-bosque)	16 807,44	961,78	7 625,26	8 220,41
Biomassa (T/ano)	48 069,28	2 750,68	21 808,23	23 510,36

Disponibilidade de matos em sub-bosque (1m² = 1,43 kg)

Limpeza periódica de 5 em 5 anos

Anexo 3: Quadros de apoio à elaboração de cartografia

Quadro A: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária principal

Concelho	0 – 100 m				0 – 250 m				100 – 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	52,02	46,20	11,54	109,76	131,60	87,39	28,00	246,99	79,58	41,19	16,46	137,23
São Vicente	13,31	29,17	32,35	74,83	35,05	63,79	67,74	166,59	21,74	34,62	35,39	91,76
Santana	82,87	84,69	78,53	246,09	220,26	197,59	195,36	613,21	137,39	112,90	116,83	367,12
Machico	105,96	159,38	47,88	313,22	240,64	340,42	126,00	707,06	134,68	181,04	78,12	393,84
Santa Cruz*	160,91	152,99	28,01	341,90	341,53	372,21	55,95	769,68	180,62	219,22	27,95	427,79
Funchal**	67,44	121,66	53,01	242,12	153,38	265,55	113,09	532,02	85,94	143,89	60,07	289,90
Câmara de Lobos	3,54	15,12	6,93	25,60	16,72	44,78	12,29	73,80	13,19	29,66	5,36	48,20
Ribeira Brava	14,72	16,53	18,90	50,15	30,64	54,52	51,81	136,97	15,92	37,99	32,91	86,82
Ponta do Sol	7,55	5,28	12,81	25,63	13,34	11,80	33,87	59,01	5,79	6,52	21,07	33,38
Calheta	93,17	101,73	33,60	228,51	225,14	211,42	62,82	499,38	131,97	109,69	29,21	270,87
TOTAL	601,49	732,75	323,56	1657,80	1408,30	1649,47	746,93	3804,70	806,81	916,71	423,37	2146,90

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro B: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária principal

Concelho	Área Total				0 – 250 m				> 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL (ha)	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	363,25	296,06	140,55	799,86	131,60	87,39	28,00	246,99	231,65	208,67	112,55	552,87
São Vicente	163,32	309,85	298,23	771,40	35,05	63,79	67,74	166,59	128,26	246,06	230,49	604,81
Santana	742,96	636,60	507,47	1887,03	220,26	197,59	195,36	613,21	522,70	439,01	312,11	1273,82
Machico	561,40	859,02	524,31	1944,73	240,64	340,42	126,00	707,06	320,76	518,60	398,31	1237,67
Santa Cruz*	1037,58	1060,32	270,53	2368,43	341,53	372,21	55,95	769,68	696,05	688,11	214,58	1598,75
Funchal**	592,29	948,37	760,87	2301,53	153,38	265,55	113,09	532,02	438,91	682,82	647,79	1769,52
Câmara de Lobos	308,89	530,47	547,94	1387,31	16,72	44,78	12,29	73,80	292,17	485,69	535,65	1313,51
Ribeira Brava	373,37	714,96	573,88	1662,21	30,64	54,52	51,81	136,97	342,73	660,44	522,07	1525,24
Ponta do Sol	294,86	496,56	285,82	1077,24	13,34	11,80	33,87	59,01	281,52	484,76	251,95	1018,23
Calheta	926,67	1255,59	425,45	2607,71	225,14	211,42	62,82	499,38	701,53	1044,16	362,64	2108,33
TOTAL	5364,59	7107,78	4335,06	16807,44	1408,30	1649,47	746,93	3804,70	3956,29	5458,32	3588,13	13002,74

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro C: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária secundária

Concelho	0 – 100 m				100 – 250 m				> 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	71,65	26,48	17,14	115,27	96,16	64,09	31,62	191,87	195,44	205,48	91,79	492,71
São Vicente	14,95	28,30	22,80	66,05	22,01	34,78	43,04	99,83	126,36	246,77	232,40	605,52
Santana	9,52	10,00	24,28	43,79	9,67	8,46	13,07	31,20	723,77	618,14	470,12	1812,03
Machico	1,02	0,28	0,04	1,34	0,77	1,27	0,46	2,50	559,61	857,47	523,81	1940,89
Santa Cruz*	61,32	76,99	11,98	150,29	104,97	126,43	31,54	262,94	871,29	856,90	227,02	1955,21
Funchal**	84,32	146,62	76,82	307,75	110,73	183,76	105,17	399,65	397,25	617,99	578,89	1594,13
Câmara de Lobos	54,92	86,63	51,25	192,80	49,88	102,62	78,89	231,39	204,09	341,22	417,80	963,11
Ribeira Brava	55,58	104,65	53,46	213,69	76,50	143,22	90,55	310,27	241,28	467,10	429,87	1138,26
Ponta do Sol	29,18	50,79	2,73	82,71	35,59	50,94	19,72	106,25	230,09	394,83	263,37	888,28
Calheta	88,15	118,49	22,99	229,63	147,43	195,46	68,96	411,85	691,10	941,64	333,50	1966,24
TOTAL	470,61	649,22	283,48	1403,31	653,71	911,03	483,02	2047,75	4240,28	5547,53	3568,56	13356,37

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro D: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária secundária

Concelho	Área Total				0 – 250 m				> 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL (ha)	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	363,25	296,06	140,55	799,86	167,80	90,58	48,76	307,14	195,44	205,48	91,79	492,71
São Vicente	163,32	309,85	298,23	771,40	36,96	63,08	65,84	165,88	126,36	246,77	232,40	605,52
Santana	742,96	636,60	507,47	1887,03	19,19	18,46	37,35	75,00	723,77	618,14	470,12	1812,03
Machico	561,40	859,02	524,31	1944,73	1,79	1,55	0,50	3,84	559,61	857,47	523,81	1940,89
Santa Cruz*	1037,58	1060,32	270,53	2368,43	166,29	203,42	43,52	413,23	871,29	856,90	227,02	1955,21
Funchal**	592,29	948,37	760,87	2301,53	195,05	330,38	181,98	707,41	397,25	617,99	578,89	1594,13
Câmara de Lobos	308,89	530,47	547,94	1387,31	104,80	189,25	130,14	424,19	204,09	341,22	417,80	963,11
Ribeira Brava	373,37	714,96	573,88	1662,21	132,08	247,86	144,01	523,95	241,28	467,10	429,87	1138,26
Ponta do Sol	294,86	496,56	285,82	1077,24	64,77	101,73	22,45	188,95	230,09	394,83	263,37	888,28
Calheta	926,67	1255,59	425,45	2607,71	235,57	313,95	91,95	641,47	691,10	941,64	333,50	1966,24
TOTAL	5364,59	7107,78	4335,06	16807,44	1124,31	1560,25	766,50	3451,06	4240,28	5547,53	3568,56	13356,37

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro E: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária secundária

Concelho	0 – 100 m				0 – 250 m				100 – 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	71,65	26,48	17,14	115,27	167,80	90,58	48,76	307,14	96,16	64,09	31,62	191,87
São Vicente	14,95	28,30	22,80	66,05	36,96	63,08	65,84	165,88	22,01	34,78	43,04	99,83
Santana	9,52	10,00	24,28	43,79	19,19	18,46	37,35	75,00	9,67	8,46	13,07	31,20
Machico	1,02	0,28	0,04	1,34	1,79	1,55	0,50	3,84	0,77	1,27	0,46	2,50
Santa Cruz*	61,32	76,99	11,98	150,29	166,29	203,42	43,52	413,23	104,97	126,43	31,54	262,94
Funchal**	84,32	146,62	76,82	307,75	195,05	330,38	181,98	707,41	110,73	183,76	105,17	399,65
Câmara de Lobos	54,92	86,63	51,25	192,80	104,80	189,25	130,14	424,19	49,88	102,62	78,89	231,39
Ribeira Brava	55,58	104,65	53,46	213,69	132,08	247,86	144,01	523,95	76,50	143,22	90,55	310,27
Ponta do Sol	29,18	50,79	2,73	82,71	64,77	101,73	22,45	188,95	35,59	50,94	19,72	106,25
Calheta	88,15	118,49	22,99	229,63	235,57	313,95	91,95	641,47	147,43	195,46	68,96	411,85
TOTAL	470,61	649,22	283,48	1403,31	1124,31	1560,25	766,50	3451,06	653,71	911,03	483,02	2047,75

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro F: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária total

Concelho	0 – 100 m				100 – 250 m				> 250			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	123,66	72,68	28,68	225,03	175,74	105,29	48,08	329,10	427,09	414,15	204,35	1045,59
São Vicente	28,26	57,47	55,15	140,87	43,76	69,40	78,43	191,60	254,62	492,82	462,89	1210,33
Santana	92,39	94,68	102,81	289,88	147,06	121,36	129,90	398,32	1246,48	1057,14	782,22	3085,85
Machico	106,99	159,66	47,92	314,56	135,44	182,31	78,58	396,34	880,37	1376,07	922,12	3178,56
Santa Cruz*	222,23	229,98	39,98	492,18	285,59	345,65	59,49	690,73	1567,34	1545,01	441,60	3553,95
Funchal**	151,76	268,28	129,83	549,87	196,67	327,65	165,24	689,55	836,16	1300,81	1226,67	3363,64
Câmara de Lobos	58,46	101,75	58,18	218,40	63,06	132,28	84,26	279,59	496,26	826,92	953,45	2276,62
Ribeira Brava	70,30	121,18	72,36	263,84	92,42	181,20	123,46	397,09	584,01	1127,54	951,95	2663,50
Ponta do Sol	36,73	56,07	15,54	108,34	41,38	57,45	40,79	139,62	511,61	879,59	515,31	1906,51
Calheta	181,32	220,22	56,59	458,14	279,39	305,15	98,17	682,72	1392,63	1985,80	696,14	4074,57
TOTAL	1072,09	1381,98	607,04	3061,11	1460,52	1827,74	906,39	4194,65	8196,57	11005,85	7156,69	26359,12

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro G: Áreas de floresta por classe de distância à rede viária - intersecção principal – secundária

Concelho	0 – 100 m				0 – 250 m				100 – 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	18,69	3,69	1,64	24,02	101,17	26,71	8,20	136,08	82,48	23,02	6,56	112,06
São Vicente	1,52	6,61	10,13	18,26	7,48	20,57	22,22	50,27	5,96	13,96	12,09	32,01
Santana	2,99	0,97	0,00	3,96	9,40	4,32	1,71	15,43	6,42	3,35	1,71	11,47
Machico	0,84	0,02	0,04	0,90	1,61	0,37	0,04	2,02	0,76	0,35	0,00	1,11
Santa Cruz*	24,88	36,14	9,28	70,30	101,11	133,49	24,60	259,20	76,22	97,35	15,32	188,90
Funchal**	13,73	49,24	20,63	83,60	71,20	167,02	72,61	310,82	57,47	117,78	51,98	227,23
Câmara de Lobos	6,53	23,94	4,21	34,68	15,51	45,83	9,80	71,15	8,98	21,89	5,59	36,47
Ribeira Brava	0,43	2,00	1,91	4,34	7,09	14,91	19,11	41,10	6,66	12,91	17,20	36,77
Ponta do Sol	4,11	0,68	0,23	5,02	8,44	7,59	6,53	22,55	4,33	6,91	6,30	17,54
Calheta	36,59	15,34	0,57	52,51	121,65	124,88	17,42	263,95	85,06	109,54	16,84	211,44
TOTAL	110,32	138,62	48,63	297,57	444,65	545,68	182,23	1172,56	334,33	407,06	133,60	874,99

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro H: Áreas de floresta por classe de distância à rede viária - intersecção principal – secundária

Concelho	Área Total				0 – 250 m				> 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL (ha)	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	363,25	296,06	140,55	799,86	101,17	26,71	8,20	136,08	262,08	269,35	132,36	663,78
São Vicente	163,32	309,85	298,23	771,40	7,48	20,57	22,22	50,27	155,84	289,28	276,01	721,13
Santana	742,96	636,60	507,47	1887,03	9,40	4,32	1,71	15,43	733,56	632,28	505,76	1871,60
Machico	561,40	859,02	524,31	1944,73	1,61	0,37	0,04	2,02	559,79	858,65	524,27	1942,71
Santa Cruz*	1037,58	1060,32	270,53	2368,43	101,11	133,49	24,60	259,20	936,47	926,83	245,93	2109,23
Funchal**	592,29	948,37	760,87	2301,53	71,20	167,02	72,61	310,82	521,10	781,35	688,26	1990,71
Câmara de Lobos	308,89	530,47	547,94	1387,31	15,51	45,83	9,80	71,15	293,38	484,64	538,14	1316,16
Ribeira Brava	373,37	714,96	573,88	1662,21	7,09	14,91	19,11	41,10	366,28	700,06	554,78	1621,11
Ponta do Sol	294,86	496,56	285,82	1077,24	8,44	7,59	6,53	22,55	286,42	488,97	279,29	1054,68
Calheta	926,67	1255,59	425,45	2607,71	121,65	124,88	17,42	263,95	805,02	1130,70	408,03	2343,76
TOTAL	5364,59	7107,78	4335,06	16807,44	444,65	545,68	182,23	1172,56	4919,94	6562,10	4152,83	15634,88

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro I: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária – intersecção final

Concelho	0 – 100 m				100 – 250 m				> 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	18,69	3,69	1,64	24,02	82,48	23,02	6,56	112,06	262,08	269,35	132,36	663,78
São Vicente	1,52	6,61	10,13	18,26	5,96	13,96	12,09	32,01	155,84	289,28	276,01	721,13
Santana	2,99	0,97	0,00	3,96	6,42	3,35	1,71	11,47	733,56	632,28	505,76	1871,60
Machico	0,84	0,02	0,04	0,90	0,76	0,35	0,00	1,11	559,79	858,65	524,27	1942,71
Santa Cruz*	24,88	36,14	9,28	70,30	76,22	97,35	15,32	188,90	936,47	926,83	245,93	2109,23
Funchal**	13,73	49,24	20,63	83,60	57,47	117,78	51,98	227,23	521,10	781,35	688,26	1990,71
Câmara de Lobos	6,53	23,94	4,21	34,68	8,98	21,89	5,59	36,47	293,38	484,64	538,14	1316,16
Ribeira Brava	0,43	2,00	1,91	4,34	6,66	12,91	17,20	36,77	366,28	700,06	554,78	1621,11
Ponta do Sol	4,11	0,68	0,23	5,02	4,33	6,91	6,30	17,54	286,42	488,97	279,29	1054,68
Calheta	36,59	15,34	0,57	52,51	85,06	109,54	16,84	211,44	805,02	1130,70	408,03	2343,76
TOTAL	110,32	138,62	48,63	297,57	334,33	407,06	133,60	874,99	4919,94	6562,10	4152,83	15634,88

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Quadro J: Áreas de floresta por classes de distância à rede viária – quadro final

Concelho	0 – 100 m				100 – 250 m				> 250 m			
	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL	0 - 15%	15 - 35%	> 35%	TOTAL
Porto Moniz	104,97	68,99	27,05	201,01	93,26	82,26	41,52	217,04	165,02	144,80	71,99	381,80
São Vicente	26,74	50,86	45,02	122,62	37,80	55,44	66,34	159,58	98,78	203,54	186,87	489,20
Santana	89,40	93,72	102,81	285,92	140,64	118,02	128,19	386,85	512,92	424,86	276,47	1214,25
Machico	106,14	159,64	47,88	313,66	134,68	181,96	78,58	395,22	320,58	517,41	397,85	1235,84
Santa Cruz*	197,34	193,84	30,70	421,88	209,37	248,30	44,16	501,83	630,87	618,18	195,67	1444,72
Funchal**	138,04	219,04	109,20	466,28	139,20	209,87	113,26	462,33	315,06	519,46	538,41	1372,93
Câmara de Lobos	51,93	77,82	53,97	183,71	54,08	110,38	78,66	243,13	202,88	342,28	415,31	960,46
Ribeira Brava	69,86	119,18	70,45	259,50	85,77	168,29	106,26	360,32	217,73	427,49	397,17	1042,39
Ponta do Sol	32,62	55,40	15,31	103,32	37,05	50,54	34,49	122,08	225,18	390,62	236,03	851,83
Calheta	144,73	204,88	56,02	405,63	194,34	195,61	81,33	471,28	587,60	855,10	288,11	1730,81
TOTAL	961,78	1243,35	558,41	2763,54	1126,18	1420,68	772,80	3319,66	3276,63	4443,75	3003,86	10724,24

* Inclui as Ilhas Desertas

** Inclui as Ilhas Selvagens

Anexo 4: Ficha de Campo

LEVANTAMENTO DO POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA FLORESTAL NA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

Ficha de Campo

Parcela nº _____

Data _____

Localização da parcela de amostragem (concelho, freguesia):

Coordenadas geográficas:

Altitude:

Classes de declive:

$0 \leq x < 15\%$	
$15 \leq x < 25\%$	
$X \geq 25\%$	

Distância à rede viária:

$0 \leq x < 100 \text{ m}$	
$100 \leq x < 500 \text{ m}$	
$X \geq 500 \text{ m}$	

