



UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**A VIABILIDADE DO
APROVEITAMENTO DA BIOMASSA
DE PLANTAS INVASORAS PARA A
PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE NA
ILHA TERCEIRA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ELABORADA POR:
GISELE EVANGELHO TOSTE
LICENCIADA EM ENGENHARIA E GESTÃO DO AMBIENTE

ANGRA DO HEROÍSMO

2011

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MESTRADO ENGENHARIA DO AMBIENTE

**A VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DA
BIOMASSA DE PLANTAS INVASORAS PARA A
PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE NA ILHA
TERCEIRA**

Dissertação realizada por
Gisele Evangelho Toste para a obtenção do Grau de
Mestre em Engenharia do Ambiente

Trabalho desenvolvido sob orientação científica do Professor Doutor Félix Rodrigues e
Professor Doutor Rui Bento Elias

ANGRA DO HEROÍSMO

2011

ÍNDICE

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJECTIVOS	10
3. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA	15
3.2. CONTEXTUALIZAÇÃO ENERGÉTICA	16
3.2.1. A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA ACTUAL NA ILHA TERCEIRA	20
3.3. CONTEXTUALIZAÇÃO BIOLÓGICA.....	23
3.3.1. <i>PITTOSPORUM UNDULATUM</i>	26
4. UTILIZAÇÃO DO <i>PITTOSPORUM UNDULATUM</i> PARA A PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE	30
4.1. QUANTIDADE DE BIOMASSA DE <i>PITTOSPORUM UNDULATUM</i> DISPONÍVEL NA ILHA TERCEIRA	31
5. ENSAIO EXPERIMENTAL	34
5.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
5.2. METODOLOGIA	35
5.2.1. IMPLEMENTAÇÃO DE PARCELAS EXPERIMENTAIS	35
5.2.2. MONITORIZAÇÃO	36
5.2.3. RECOLHA DE DADOS BIOMÉTRICOS	36
5.2.4. MEDIÇÃO DOS ANÉIS CIRCULARES.....	39
5.2.5. DETERMINAÇÃO DO PODER CALORÍFICO DO <i>PITTOSPORUM UNDULATUM</i>	39
5.2.6. ANÁLISE SWOT	41
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.1. IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE CONTROLO DO <i>P. UNDULATUM</i> NO MONTE BRASIL	44
6.2. MONITORIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS	47
6.3. DADOS BIOMÉTRICOS	49
6.4. APLICAÇÃO DA ANÁLISE SWOT AO CASO DE ESTUDO	64
6.4.1. ANÁLISE INTERNA.....	64
6.4.2. ANÁLISE EXTERNA	65
7. CONCLUSÕES	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

RESUMO

A biomassa, considerada uma energia alternativa, além de ser ambientalmente favorável, é uma energia praticamente inesgotável. No entanto, a falta de incentivos para a investigação das suas potencialidades e desenvolvimento de novas tecnologias ou a inexistência de tecnologias baratas que permitam a sua utilização em grande escala, levam a que a sua importância no panorama energético internacional seja ainda reduzida.

É neste contexto que surge o presente estudo no âmbito da Dissertação do Mestrado em Engenharia do Ambiente, ministrado na Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Pretende-se perceber as potencialidades do aproveitamento da biomassa de plantas invasoras, mais concretamente, do *Pittosporum undulatum* (*P. undulatum*) para a produção de electricidade, determinando entre outras variáveis a sua capacidade calorífica. Pretende-se igualmente verificar se este tipo de energia renovável é viável, em termos económicos ou em termos de abundância enquadrando essa produção no sistema actual de produção de electricidade, essencialmente dependente da queima de combustíveis fósseis.

Apesar de inúmeras infestantes existentes na ilha, abordar-se-á apenas o caso do *P. undulatum*, espécie de cariz invasivo, cujo poder calorífico de sua madeira e a sua composição química, podem transformá-lo num bom candidato para uso nos processos de combustão que geram electricidade. Sendo de modo geral, os recursos financeiros públicos disponíveis, para combater ou controlar esta espécie invasora, o uso da biomassa do *P. undulatum* para produção de energia eléctrica pode ser relevante para estimular o corte progressivo e sustentável dessa espécie e levar à sua substituição por espécies endémicas locais. Por outro lado, a sua completa erradicação da ilha depara-se-nos neste momento como uma tarefa impossível, cujas estratégias de erradicação podem em certos casos colocar em causa a qualidade do ambiente, pela alteração abrupta dos habitats ou pela contaminação que poderia introduzir no meio ambiente, caso se optasse por combate químico. O tempo necessário para a erradicação de uma planta invasora desta natureza é demasiado longo, daí que uma gestão adequada da propagação da espécie tem que passar por uma valorização económica da mesma, sendo a valorização energética uma das possibilidades.

Os resultados obtidos nesta investigação poderão servir de base para a tomada de decisão, relativamente a investimentos na área das energias renováveis, sendo também um contributo para futuros estudos referentes à valorização energética de biomassa associada a infestantes no Arquipélago dos Açores. Este estudo também poderá servir para a elaboração de um modelo de gestão para regiões onde possa ocorrer uma invasão significativa de plantas lenhosas.

ABSTRACT

Biomass is considered an alternative energy as well as being environmentally friendly, because their energy production is a virtually inexhaustible. However, the lack of incentives for research and development of their energetic potential or in the new technologies able to transform biomass in electricity or the lack of inexpensive technologies that enable its use in large scale, leading to its importance in the international energy scene is still low.

It is in this context that the present study within the Master's Thesis in Environmental Engineering, taught at the University of Azores, Department of Agricultural Sciences. It is intended to realize the potential of biomass use weed, specifically, the *Pittosporum undulatum* (*P. undulatum*) for the production of electricity, among other variables determining its heat capacity. It is also intended to verify that this type of renewable energy is viable in economic terms or in terms of abundance framing this production in the current system of electricity production, mainly dependent on the burning of fossil fuels.

Despite the number of weeds on the island, will address only the case of *P. undulatum*, species of invasive nature, gross calorific value of its wood and its chemical composition may make it a good candidate for use in combustion processes to generate electricity. As there are no financial resources available to control this invasive species, the use of biomass of *P. undulatum* for power generation may be relevant to stimulate sustainable and progressive cut that lead to species and their replacement by local endemic species. On the other hand, their complete eradication of the island faces us at this time as an impossible task, whose eradication strategies may in certain cases call into question the quality of the environment, the abrupt change of habitat or pollution that could enter the environment, if they chose to chemical control. The time required for the eradication of an invasive plant of this nature is too long, so that proper management of the propagation of the species have to go through an economic valuation of it, in an energy recovery possibilities.

The present results may serve as a basis for decision making for investments in renewable energy, and is also a contribution to future studies related to biomass energy

recovery associated with weeds in the Azores. This study could also serve to prepare a management model for regions where it may be a significant invasion of woody plants.

1. INTRODUÇÃO

A produção e consumo de energia actual está maioritariamente assente em tecnologias que dependem da queima de combustíveis fósseis, o que não favorece, nem a médio nem a longo prazo, o aparecimento de políticas de desenvolvimento sustentáveis. Um dos grandes problemas deste tipo de energia está no seu centralismo, ou seja, no facto dos recursos estarem quase todos eles concentrados em algumas regiões do globo, tornando a maioria dos países do mundo dependentes das importações de energia.

Segundo Sayigh (1999), o centralismo dos recursos não renováveis é de tal ordem que 81% das reservas de petróleo do mundo estão concentradas em oito países; onde apenas seis deles, possuem 70% do total de gás natural disponível, sendo oito os que possuem 89% de todas as reservas de carvão.

Portugal é um país com escassos recursos energéticos de origem fóssil, a que se acresce o facto de, mais de metade do consumo de energia ter por base o petróleo. Portugal importou, em 2007, 16 410 toneladas de ramas e refinados, tendo despendido mais de 6 mil milhões de euros em compras líquidas ao exterior para satisfazer as suas necessidades energéticas (Agência Portuguesa do Ambiente & Centro de Sistemas Urbanos e Regionais do Instituto Superior Técnico, 2008).

O panorama energético mundial agrava-se cada vez mais, uma vez que a maioria dos países importadores continua a necessitar e a consumir cada vez mais energia devido ao facto da população mundial estar a crescer a um ritmo exorbitante e das estimativas apontarem para que até 2060 haja uma duplicação da população do planeta (Sayigh 1999). Este autor aponta para a urgência de mudança do sistema energético mundial para um sistema energético baseado em energias renováveis e inesgotáveis, mesmo não tendo em consideração com os impactos resultantes das alterações climáticas globais que estão associadas aos gases com efeitos de estufa.

Parece ser necessário fazer uma alteração de padrões de produção e de consumo de energia no Arquipélago dos Açores ou em regiões insulares, com recursos energéticos escassos, a fim de aumentar a eficiência energética e ambiental da economia

regional e reduzir a sua dependência face ao comportamento dos mercados internacionais.

A problemática energética dos Arquipélagos, em particular, no Arquipélago dos Açores, caracteriza-se pela sua condição ultra-periférica, isolado dos grandes mercados energéticos e com a sua população dispersa pelas nove ilhas, encontrando-se totalmente desprotegido da flutuação do preço do petróleo e penalizado pelos elevados custos de transporte (Braga *et al*, 2010). Estas condições tornam o arquipélago vulnerável no que se refere ao seu desenvolvimento sustentável.

Cunha *et al* (1989), referem que a utilização da madeira como combustível, através da sua combustão directa é o processo mais simples e económico de se obter energia. O rendimento energético de um sistema de combustão da madeira provém de sua constituição química que varia com a espécie (Quirino *et al*, 2005).

Havendo disponibilidade de matéria lenhosa nas ilhas e em simultâneo problemas ambientais relacionados com a invasão do território por essas mesmas espécies, aparenta-se-nos ser razoável uma valorização energética dessa biomassa em simultâneo com a gestão da natureza, especialmente dos espaços onde essas espécies competem com a flora endémica.

Quando a madeira é destinada a uma valorização energética a sua utilização técnica tem que ter em conta o conhecimento do seu poder calorífico e o seu potencial para produção de biomassa, e para tal, é fundamental uma avaliação de seus constituintes químicos, ou de outro modo, e uma análise do seu potencial energético (Vale *et al.*, 2000).

De acordo com Brito *et al* (1978), as propriedades mais importantes da madeira para sua utilização como combustível são:

- Poder calorífico;
- Teor de humidade, e;
- Densidade

O poder calorífico é um parâmetro que mede a eficiência energética e serve como principal indicador para conhecer a capacidade calorífica de uma determinada espécie (Oliveira, 1982). O Poder Calorífico é definido como a quantidade de energia interna na

forma de calor libertada através da combustão de uma unidade de massa (Jara, 1989), sendo que quanto mais alto for o poder calorífico, maior será a energia nela contida. O poder calorífico, no Sistema Internacional, é expresso em joule por quilograma mas também se usa habitualmente o quilojoule por quilograma e pode ser igualmente expresso em caloria por grama ou quilocaloria por quilograma (Briane & Doat, 1985).

O Poder calorífico pode assumir duas formas ou duas classificações: Poder Calorífico Superior (PCS) e Poder Calorífico Inferior (PCI). O PCS está associado à combustão que ocorre a volume constante e no qual a água formada durante a combustão é condensada e o calor que é derivado desta condensação é recuperado (Briane & Doat, 1985). O PCI é a energia disponível por unidade de massa de combustível após deduzir as perdas com a evaporação da água (Jara, 1989).

Os combustíveis que na sua composição não contenham hidrogénio, o valor do PCS é igual ao do PCI, porque não há a formação de água e logo não há energia gasta na sua vaporização.

A humidade é um factor que influencia inequivocamente o valor do poder calorífico, sendo tanto menor, quando maior for a produção de calor por unidade de massa (Barros *et al*, 2009). O teor de humidade da madeira a ser usada como combustível, sem valorização energética do vapor de água libertado durante a combustão, é importante que seja reduzida, pois, diminui os custos de transporte, agregando valor ao combustível. A madeira com um elevado teor de humidade, necessita de energia extra para a secar e para entrar em combustão (Jara, 1989). Deste modo, pode-se afirmar que quanto maior o teor da humidade da madeira, menor será o seu poder de combustão, correspondendo essa perda ao processo de evaporação da humidade (Cunha, 1989).

Outro parâmetro de grande importância na determinação do valor energético das madeiras é a sua composição química, tal como já se referiu anteriormente, porque o PCS da madeira, além da humidade, é influenciado, como é óbvio, pela sua constituição química. Neste contexto, a utilização da biomassa de espécies invasoras, nomeadamente de *P. undulatum* como matéria-prima para a produção de electricidade, poderá ser uma solução para a redução da dependência dos combustíveis fósseis e também poderá contribuir para diminuição dos efeitos ambientais que as actuais energias não

renováveis provocam. Esses efeitos ambientais positivos do uso da madeira como combustível são, por exemplo, a redução da emissão dos gases de efeito de estufa e a redução dos resíduos agrícolas e de exploração florestal (Anastácio *et al*, 2005) contribuindo assim para a redução de quantidade de resíduos a serem depositados nos aterros sanitários (Lourenço *et al*, 2011).

De acordo com os termos da Directiva 2001/77/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 27 de Setembro de 2001 relativa à promoção da electricidade produzida a partir de fontes de energia renováveis no mercado interno da electricidade, a “Biomassa é a fracção biodegradável de produtos e resíduos provenientes da agricultura (incluindo substâncias vegetais e animais), da silvicultura e das indústrias conexas, bem como a fracção biodegradável de resíduos industriais e urbanos”. São excluídos do termo “Biomassa” todos os produtos utilizados com fins alimentares e industriais bem como os combustíveis fósseis (*in* Sousa, 2009).

A Biomassa tem várias vantagens ambientais, como por exemplo, o baixo custo, ser uma energia renovável, permitir o reaproveitamento de resíduos e é menos poluente que outras formas de energias como aquela que é obtida a partir de combustíveis fósseis. Quanto à poluição atmosférica, a biomassa é menos poluente porque a sua queima apesar de provocar a libertação de CO₂ (dióxido de carbono) para atmosfera, esse CO₂ já foi absorvido pelas plantas que deram origem ao combustível, tornando assim o balanço de emissões de CO₂ nulo (Rodrigues, 2011). Por seu turno, a queima de combustíveis fósseis aumenta a poluição atmosférica, promove o aparecimento das chuvas ácidas, deteriora o ambiente e coloca em risco a biodiversidade do Planeta (EDP, 2006).

As exigências cada vez maiores de consumo de energia, a nível mundial, obrigam à utilização crescente dos recursos energéticos, por vezes com consequências nefastas para o ambiente. Uma das consequências mais gravosas é o aumento do efeito de estufa, que tem origem nas elevadas emissões de gases com efeito de estufa de alguns gases, resultantes da combustão de recursos fósseis, como o petróleo ou o carvão.

A excessiva concentração de dióxido de carbono e outros gases na atmosfera terrestre, reduz a libertação de calor para o espaço, provocando um aumento médio desta temperatura e um aquecimento do Planeta. As consequências deste aquecimento

tornam-se também cada vez mais evidentes ao nível das alterações climáticas globais e regionais, verificadas ao longo das últimas décadas (Rodrigues, 2011).

Ao contrário dos combustíveis fósseis, a utilização de energias renováveis provocam um impacto ambiental menor, uma vez que não produzem dióxido de carbono ou outros gases com efeito de estufa, e ainda, permitem a redução da dependência energética da sociedade face aos combustíveis fósseis, permitindo uma autonomia energética, uma vez que a sua utilização não depende da importação de combustíveis fósseis (Portal Energias Renováveis, 2011).

2. OBJECTIVOS

Com esta dissertação pretendeu-se equacionar a possibilidade de uma estratégia multifacetada e multidisciplinar que em simultâneo permitisse combater plantas invasoras, nomeadamente, a espécie *Pittosporum undulatum*, e como esta é uma espécie lenhosa com “Biomassa” considerável, rentabilizar esse combate, com a produção de energia eléctrica renovável.

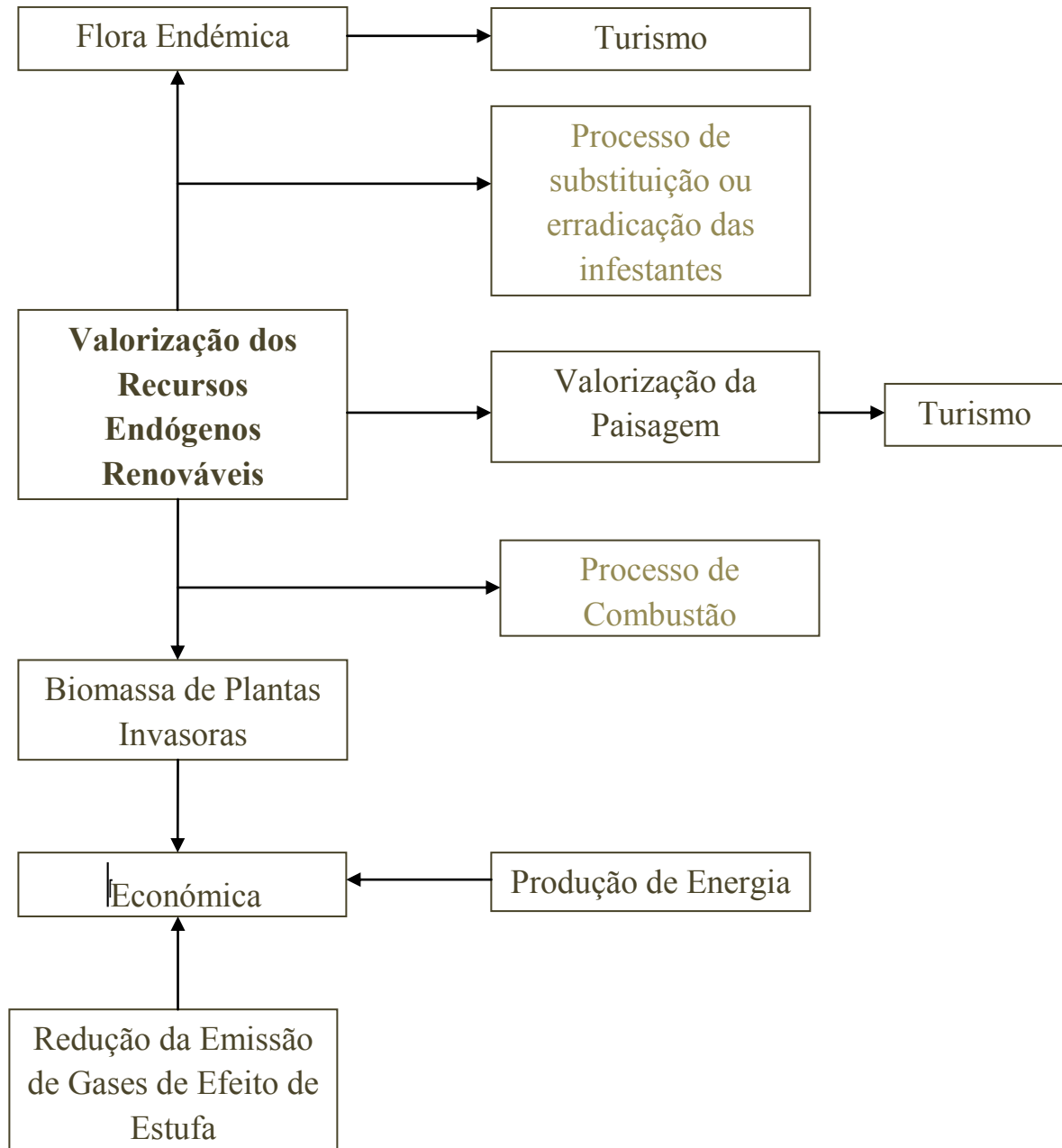
O presente trabalho tem por objectivo analisar o potencial energético do *P. undulatum* e verificar se é economicamente viável e ambientalmente correcto a utilização da sua biomassa para a produção de electricidade de forma a promover o aumento da contribuição das fontes de energia renováveis para a produção de electricidade no mercado interno da electricidade. Pretendeu-se também avaliar o *P. undulatum* como um recurso potencial de biomassa. Neste estudo procurou-se quantificar a quantidade de biomassa existente por árvore, tentando efectuar uma ligação objectiva entre as várias características analisadas e a sua biomassa. Pretendeu-se determinar a densidade e o poder calorífico do *P. undulatum* e complementar esses dados com outros retirados da bibliografia temática e actual.

A Reserva Florestal de Recreio do Monte Brasil foi o local escolhido para implementar as parcelas experimentais, parcelas essas que permitissem verificar os efeitos da acção do corte no habitat do corte de *P. undulatum* e em simultâneo a facilidade ou dificuldade com que a biomassa é removida.

O Monte Brasil é uma Reserva que actualmente está muito invadida pela espécie *P. undulatum* e para complementar este estudo iniciou-se uma experiência de regeneração das espécies endémicas *Morella faya* (*M. faya*) e *Picconia azorica* (*P. azorica*) existentes no local, contribuindo para o processo de conservação ambiental. O objectivo dessa acção é a recuperação da vegetação natural existente no Monte Brasil, prevendo-se assim que possa haver uma valorização dessa paisagem natural.

Existem diferentes valorações da paisagem. Uma delas é através da preservação e aumento da diversidade biológica de um dado local (Faustino, 2006). Outra valoração possível é pela evidência do valor económico atribuído à paisagem (Madureira, 2011). A presença e acção do homem no território também é essencial para manter e gerir a

paisagem e para aumentar o seu valor (Faustino, 2006). No esquema que se segue apresentam-se de forma esquemática os objectivos principais deste estudo e os processos necessários para a concretização dos mesmos.



Esquema 1 – Objectivos principais propostos neste trabalho científico.

O principal objectivo deste estudo, acabou por se centrar na valorização energética dos recursos endógenos renováveis, através da utilização da biomassa de plantas invasoras, a que se pensa estar associada indirectamente a valorização da paisagem e da flora endémica, através do processo de substituição e erradicação de infestantes. Por outro lado, o processo de combustão de madeira tem benefícios económicos e ambientais.

3. CONTEXTUALIZAÇÃO

Para a Caracterização da situação actual da ilha Terceira baseamo-nos essencialmente em três vertentes fundamentais: a ecologia, a sócio-economia, e o potencial energético ou biológico existente.

A ilha Terceira situa-se no grupo central do arquipélago dos Açores, com uma superfície aproximada dos 400 Km². De origem vulcânica, alicerça-se sobre três grandes maciços estruturais, fundados pelos estratos vulcões dos Cinco Picos a leste, Pico Alto ao centro e Santa Bárbara a oeste (França, *et al*; 2005). A sua formação geológica é principalmente traquítica e basáltica, e a sua geração ter-se-á iniciado pela parte leste da ilha, aumentando para oeste, por sucessivas erupções (Rodrigues, 2002).

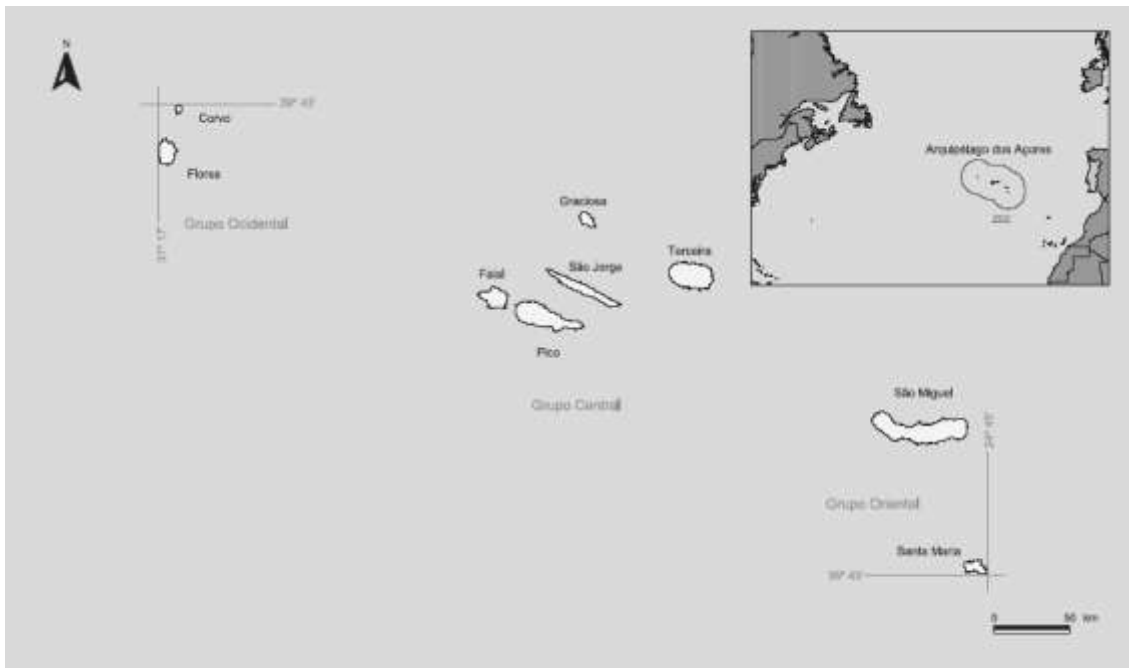


Figura 1 – Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores (Fonte: Santos & Pinho, 2005).

A nível global a climatologia de uma pequena região insular é perturbada pela sua localização geográfica, área, orientação, interacção com as grandes massas de água oceânicas e pela presença ou não de massas continentais a uma distância relativamente curta (Rodrigues, M., 2002).

Segundo Azevedo (1989), o clima da ilha é fortemente determinado, pela sua localização geográfica, com grande influência do oceano atlântico, beneficiando do

efeito termoregulador das massas de água envolventes. A precipitação é abundante e as temperaturas têm valores médios elevados, se comparados com outras de latitudes semelhantes. A precipitação média anual atinge os 1200 mm, a temperatura média anual os 17° C, a humidade relativa média anual os 78%.

Quanto aos solos da ilha, estes são, como os da maioria dos Açores, derivados da meteorização de materiais piroclásticos, possuem características físico-químicas e estruturais que os incluem no grupo dos Andossolos. Neste grupo estão identificados dois tipos, os Andossolos Típicos, os Andossolos Ferruginosos, inserindo-se os Solos Pardos, estando a sua distribuição relacionada com as variações das condições climáticas e ainda da natureza do material originário e a idade. Uma das características destes solos é a sua riqueza em matéria orgânica e a sua grande capacidade de retenção de humidade (Pinheiro, 1990).

As condições edafoclimatológicas anteriormente referidas permitiram a instalação e dispersão do *P. undulatum* pela ilha, cujas condicionantes naturais parecem aparecer apenas a partir dos 600 m de altitude.

Relativamente à ocupação do solo, de acordo com Dias (1989), este é determinado principalmente pelo tipo de substrato, ponderando que os solos mais evoluídos deram lugar à produção agrícola enquanto os mais incipientes e orgânicos deram lugar às manchas de vegetação, quer a endémica quer a característica da Macaronésia. Hoje, à semelhança das restantes ilhas dos Açores, o coberto vegetal dominante da ilha Terceira é a pastagem, cobrindo cerca de 50% da área da ilha (Mendes & Dias, 2001).

De acordo com Rodrigues (1993), relativamente à hidrologia da ilha Terceira, a rede de drenagem dispõe-se predominantemente de forma radial, em torno dos três maciços estruturais. Os leitos das linhas de água propendem a ser irregulares. Pode-se concluir que os recursos hídricos não são abundantes, pelo menos na perspectiva actual e, com a tendência de aumento de consumo de água e sem condições de permanente carregamento dos aquíferos, surge a necessidade de se recorrer a “lagoas artificiais”, como a dos Altares e a do Cabrito, para uso agro-pecuário. Os cursos de água superficiais não parecem ter influência na distribuição e dispersão do *P. undulatum*, nem tão pouco na intercepção de nevoeiros que dá origem à precipitação oculta,

considerando-se que a espécie tem pouco impacto no regime hidrológico da ilha (Rodrigues, 2008).

Nesta investigação, tal como referido anteriormente a área de estudo adoptada foi o Monte Brasil. Esse local é uma Reserva criada pelo Decreto Legislativo Regional 16/89/A, de 30 de Agosto. O Monte Brasil é considerado o maior aparelho vulcânico litoral de todo o arquipélago açoriano e encontra-se ligado à parte média da costa sul da ilha Terceira. É constituído por uma caldeira rodeada por 4 elevações, designadamente pelos picos, do Zimbreiro, do Facho, da Quebrada e das Cruzinhas.

Agostinho (1949) *In Revista Açoreana* afirma: *“O Monte Brasil, ligado à parte média da costa sul da ilha Terceira, forma com esta duas amplas baías, uma a leste, a angra que deu nome à cidade, e a outra a oeste, a baía do Fanal. Na sua actual configuração apresenta em planta a forma aproximadamente de um losango, preso por um dos vértices ao istmo. Inscrita no losango está uma circunferência que contorna a Caldeira que serve de núcleo ao conjunto.”*

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA

A Região Autónoma dos Açores inclui-se no grupo das regiões classificadas genericamente por ultraperiféricas. Esta classificação representa as desvantagens resultantes da configuração insular, em que são penalizados os movimentos de pessoas e bens, que prejudica a sua capacidade de desenvolvimento social e económico. A realidade fragmentada que provém deste cenário torna a expansão das actividades económicas e a manutenção dos grandes sistemas infra-estruturais num processo complexo, com despesas de funcionalidade elevados. Mediante os aspectos relacionados com as características naturais da Região oferecem algumas oportunidades para o estabelecimento de uma actividade económica no domínio do turismo e lazer devido à sua capacidade de oferta e de produção de bens naturais e ecológicos, não desprezando a hipótese de desenvolvimento de uma actividade agrícola sustentada (Lopes, 2002).

Segundo os resultados preliminares dos Censos 2011 (Instituto Nacional de Estatística, 2011), a ilha Terceira possui 56 062 habitantes, divididos pelos dois concelhos, sendo Angra do Heroísmo o concelho mais populoso com 34 976 habitantes

e tendo a Praia da Vitória 21 086 habitantes residentes. A ilha possui dois importantes portos, nas duas cidades, e possui o aeroporto internacional e a Base Aérea das Lajes que situa-se no concelho da Praia da Vitória. Como ainda não existem dados preliminares sobre a actividade económica recorreu-se aos dados dos Censos de 2001 (Instituto Nacional de Estatística, 2002), que indicam que 53% da população da ilha Terceira tem actividade económica, sendo a restante constituída por estudantes, domésticas, reformados e incapacitados.

Na ilha Terceira, o sector terciário possui maior peso relativo e representa mais de metade da população empregada, em seu detrimento o sector primário e secundário, têm vindo a perder importância (Grater, 2011).

No sector primário é a agricultura que emprega maior número de activos, e ainda prevalece com quase 25% da população empregada em várias freguesias rurais do Concelho de Angra do Heroísmo (Grater, 2011).

Quanto ao sector secundário é a construção e obras públicas que detém maior significado em relação ao total de população empregada (Grater, 2011).

Por fim, no sector terciário, destacam-se pela sua relevância as actividades comerciais e hoteleiras, bem como, as de administração pública, defesa e segurança social. O sector dos serviços de natureza social é o único onde a população empregada do sexo feminino predomina sobre a do sexo masculino (Grater, 2011).

Pode-se ainda afirmar com razoável certeza que a economia da ilha assenta sobretudo na agro-pecuária e nas indústrias associadas à transformação de lacticínios.

3.2. CONTEXTUALIZAÇÃO ENERGÉTICA

O arquipélago dos Açores, nomeadamente a ilha Terceira, importa grande parte da energia primária que necessita. Esta situação gera uma forte dependência do exterior, especialmente associada aos reflexos das variações dos preços do petróleo na economia regional (Furtado & Braga, 2007).

O aumento exponencial do consumo de energia eléctrica nos Açores é conduzido por uma tendência de alteração nas fontes de produção da mesma. Em 1990 cerca de

93% da energia produzida era derivada de centrais termoeléctricas (fuel e gasóleo), em 2001 a contribuição deste tipo de fontes assentes em combustíveis fósseis era cerca de 79%, sendo os restantes 21% assegurados por fontes de energia renováveis (eólica, hídrica e geotérmica), o que apresenta um aumento de 15% aproximadamente na importância destas últimas (SRA, 2006). Refira-se que a Directiva nº 2001/77/CE, de 27 de Setembro determina como meta nacional que 39% da produção de energia eléctrica, em 2010, fosse produzida a partir de fontes de energia renováveis (SRA, 2006). De acordo com os dados de Palma (2009), esta meta já foi cumprida, tendo Portugal apresentado já uma incorporação de cerca de 43.3%, o que face aos objectivos estipulados representa a 3ª maior incorporação dos países da União Europeia, como se pode observar no gráfico 1.

Com os investimentos perspectivados até 2020, esta incorporação poderá aumentar a cerca de 60% (Palma, 2009).

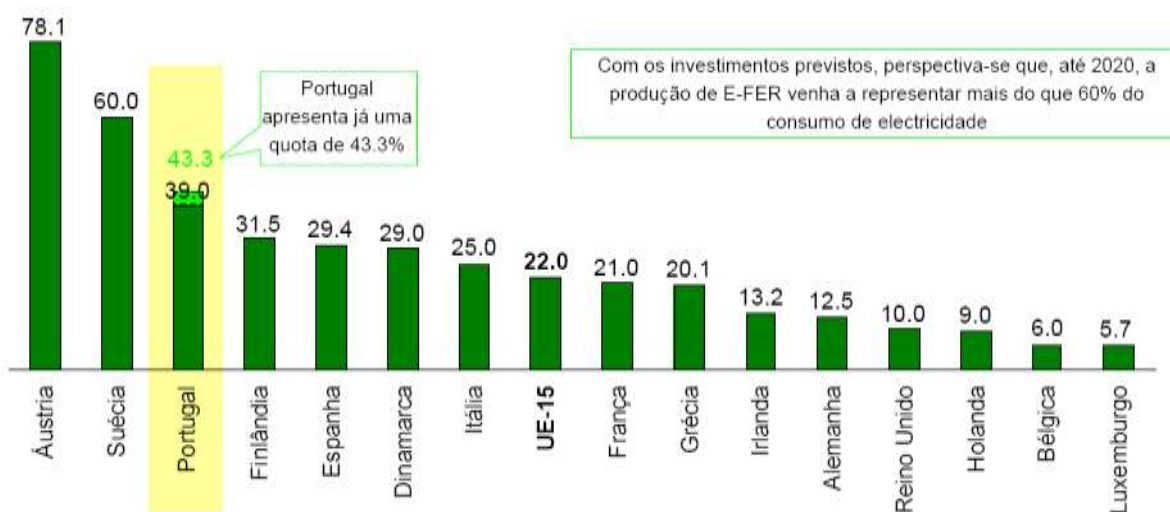


Gráfico 1 - Metas relativas ao peso da produção de electricidade através das fontes de energias renováveis no consumo de electricidade, por país, até 2010 em Percentagens (Fonte: Palma, 2009).

A quantidade de energia necessária para satisfazer a dinâmica do modelo civilizacional predominante é cada vez maior e mais dispendiosa, em virtude da eminência da escassez de recursos, e em que pesam, cada vez mais, as sequelas da exploração insustentável dos recursos energéticos, que se têm vindo a agravar num processo progressivamente mais complexo e oneroso de absorção dos desperdícios

acumulados e das externalidades ambientais negativas. O modelo actual de desenvolvimento das sociedades poderá não ser sustentável, do ponto de vista energético, por muito mais tempo, porque os recursos existentes na Terra em combustíveis fósseis, e em exploração, estão a esgotar-se (Mendes, 2008).

Isso significa que é necessária uma alteração de produção e de consumo de energia a fim de aumentar a eficiência energética e ambiental da economia regional e reduzir a sua dependência em relação ao comportamento dos mercados internacionais.

O gráfico 2, apresenta a evolução do consumo de electricidade na ilha Terceira em Megawatt hora (MWh). Pode-se verificar que o consumo sobe de ano para ano, sendo que em 1983 se consumiam quase 40.000 MWh e em 2006 este valor é aproximadamente 180.000 MWh, ou seja cinco vezes maior do que o consumo inicial.

Este aumento de consumo de electricidade na ilha resultou do aumento do número de consumidores, juntamente com o aumento do consumo de cada cliente, que se entende dever-se à melhoria das condições de vida da população habitante, como também ao aumento de consumidores intensivos, designadamente, no sector industrial e hoteleiro.

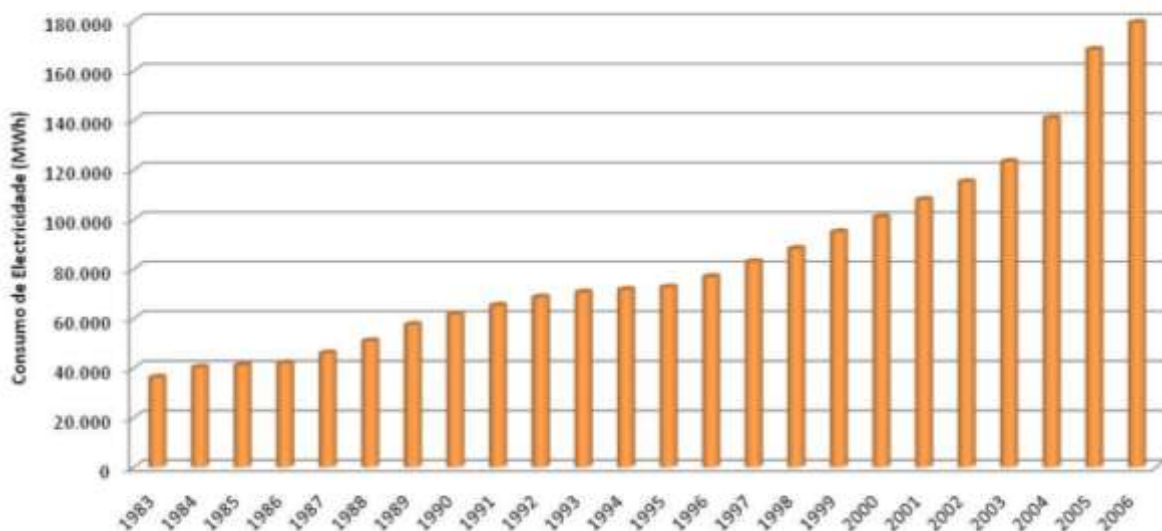


Gráfico 2 - Evolução do consumo de electricidade na ilha Terceira em MWh (Fonte: Ecoprogresso, 2007).

Se numa região continental a energia é um factor estratégico para o desenvolvimento, numa região insular isolada, a dependência do sistema energético e a

fragilidade da base económica agravam a situação, tornando a energia um elemento fundamental para a sustentabilidade, a todos os níveis. As grandes alternativas ao petróleo como o nuclear, o carvão e o gás natural não são equacionáveis numa região insular de pequena dimensão, com a tecnologia actual. Assim, o facto de as grandes alternativas e as grandes redes energéticas não serem acessíveis às regiões insulares isoladas, torna-as mais vulneráveis às flutuações dos preços do petróleo, para além dos custos acrescidos devido ao transporte marítimo e à reduzida escala (Mendes, 2008).

Actualmente, com o aumento crescente da população e o aumento do consumo de matéria-prima e conseqüentemente o aumento do consumo energético é essencial uma análise desses factores, para que sejam bem geridos e conseqüentemente haja um desenvolvimento sustentável. Será necessária uma avaliação destes problemas, que têm influência directa ou indirecta na qualidade de vida do Homem, pois o conhecimento será o primeiro passo para se encontrar uma solução adequada.

À semelhança das restantes ilhas dos Açores, a ilha Terceira possui um consumo energético excessivamente centralizado em fontes de energia não renováveis.

Quanto ao consumo de energia eléctrica *per capita*, apesar do consumo de energia nos Açores ser bastante inferior ao verificado em Portugal Continental, verifica-se também um crescimento dos consumos *per capita* na última década do século XX. Este aumento duplicou entre 1990 e 2002, com uma taxa de crescimento muito superior aos 34% de aumentos conferidos em Portugal Continental (entre 1990 e 1998). A nível regional, a ilha Terceira assume cerca de um quarto dos consumos de energia *per capita* totais do arquipélago (SRA, 2006). Pensa-se que a actual crise económica possa levar a uma diminuição do consumo de energia *per capita*, com contornos difíceis de delimitar neste momento.

A importância relativa dos diferentes sectores de actividade no consumo de energia eléctrica difere de ilha para ilha, mas pode afirmar-se que, em média, os consumos domésticos são os mais significativos, seguidos dos comerciais e dos industriais (SRA, 2006).

Nos Açores, na situação actual, no que concerne aos resíduos resultantes da biomassa florestal, na indústria de serração e nas carpintarias, apenas uma pequena parte

da serragem é comercializada para fazer camas para animais e para as estufas de produção de ananases em São Miguel, o restante é queimado em fornos simples, sem qualquer protecção ambiental (Furtado & Braga, 2007).

Segundo o Centro de Biomassa para a Energia - CBE (2004) prevê-se no futuro, para os Açores, nomeadamente em São Miguel, no que toca aos resíduos florestais, que poderá ser instalada uma central de produção de energia eléctrica com uma potência de 5 MW, estando também prevista a possibilidade de instalação de uma central na ilha Terceira.

3.2.1. A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA ACTUAL NA ILHA TERCEIRA

A produção de electricidade actual na ilha Terceira é feita essencialmente através da queima combustíveis fósseis, usando gasóleo e fuelóleo, na Central Termoeléctrica do Belo Jardim (CTBJ).

A EDA – Electricidade dos Açores, S.A., é a responsável pela produção, transporte, distribuição e comercialização de energia eléctrica em todas as ilhas do Arquipélago dos Açores, na qual obviamente se inclui a Terceira.

De acordo com o Resumo Não Técnico do Estudo de Impacte Ambiental referente à ampliação da CTBJ elaborado pela Ecoprogresso em 2007, a central termoeléctrica, existente desde 1982 representa actualmente o principal centro de produção de electricidade da ilha Terceira, assegurando aproximadamente 98 % do abastecimento de electricidade, sendo os restantes 2% assegurado por outra forma de energia, a hidroeléctrica. No entanto, dados mais recentes (jornal Açoriano Oriental, publicado a 17 de Fevereiro de 2011), indicam que o Parque Eólico da Serra do Cume, na ilha Terceira, que entrou em funcionamento em 2008, produziu em 2010 cerca de 18,3 GWh, o que correspondeu a 8,5 por cento do total de energia eléctrica produzida na ilha.

Segundo o Plano Director Municipal (PDM, 2006) da Praia da Vitória, a CTBJ está classificada como Espaço Industrial. Para a produção de electricidade, a central termoeléctrica funciona nos seguintes moldes:

A emissão de poluentes da central termoelétrica está associada à queima de combustíveis fósseis, dependendo a quantidade e o tipo de poluentes emitidos de vários factores destacando-se o combustível utilizado, a temperatura da queima, a quantidade de oxigénio e a idade ou eficiência do motor.

Ainda de acordo com o relatório não técnico na CTBJ (Ecoprogresso, 2007), os principais poluentes emitidos são característicos de uma reacção de combustão, destacando-se neste caso as partículas sólidas totais (PTS), dióxido de enxofre, SO₂, óxidos de azoto, NO_x, e dióxido de carbono, CO₂, deparando-se também com a emissão de quantidades mais reduzidas de outros poluentes relacionados principalmente com o combustível utilizado, designadamente os compostos orgânicos voláteis e os metais.

O funcionamento da central não é contínuo, variando a quantidade de electricidade produzida de acordo com a hora do dia e de acordo com as necessidades da população.

Outro vector importante da energia são os combustíveis líquidos, que interessa qualificar, pois tem impactos económicos importantes. Veja-se por exemplo que o preço médio anual de venda ao público da gasolina sem chumbo (I.O.95) em Portugal, evoluiu de 0,69 euros/litro em 2001 para 1,392 euros/litro em 2007. Nota-se um aumento crescente, não só apenas na gasolina como também nos restantes tipos de combustíveis líquidos, conforme podemos observar no quadro 1.

Quadro 1- Evolução do preço do barril de petróleo e dos preços médios de venda ao público dos combustíveis líquidos e gasosos em Portugal (Fonte: DGEG, 2008).

Ano	Evolução do preço do Barril de Petróleo (dólares)	Evolução do preço do Barril de Petróleo (euros)	Evolução dos Preços Médios Anuais de Venda ao Público dos Combustíveis Líquidos e Gasosos em Portugal												
			COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS							COMBUSTÍVEIS GASOSOS					
			Gasolina Super ou Aditivada (euro/l)	Gasolina S/Pb I.O.98 (euro/l)	Gasolina S/Pb I.O.95 (euro/l)	Gasóleo Rodoviário (euro/l)	Gasóleo Colónco e Marcado (euro/l)	Gasóleo Aquecimento (euro/l)	Fuelóleo (euro/kg)	Butano Garrafas (I) (euro/kg)	Butano Granel (II) (euro/kg)	Propano Garrafas (I) (euro/kg)	Propano Granel (II) (euro/kg)	Propano Enalizado (II) (euro/kg)	AutoGás (euro/kg)
1991	20,03		0,73	0	0,69	0,5	0	-	0,14	0,49	0,33	0,53	0,31	0,46	
1992	19,33		0,73	0	0,68	0,5	0	-	0,14	0,55	0,35	0,57	0,35	0,47	
1993	16,98		0,75	0,76	0,7	0,51	0	-	0,14	0,60	0,35	0,62	0,35	0,53	
1994	15,61		0,77	0,77	0,77	0,52	0	-	0,13	0,61	0,36	0,64	0,36	0,55	
1995	17,01		0,78	0,78	0,77	0,52	0	-	0,13	0,62	0,38	0,69	0,40	0,58	
1996	20,66		0,81	0,81	0,79	0,56	0	-	0,14	0,63	0,42	0,71	0,42	0,64	
1997	19,12		0,84	0,84	0,81	0,57	0	-	0,16	0,73	0,49	0,85	0,49	0,73	
1998	12,76		0,84	0,81	0,84	0,56	0,35	-	0,14	0,73	0,49	0,85	0,49	0,72	
1999	17,77		0,83	0,8	0,84	0,56	0,35	-	0,17	0,73	0,50	0,85	0,50	0,74	0,73
2000	28,51		0,91	0,9	0,87	0,68	0,47	-	0,27	0,86	0,60	1,02	0,60	0,92	0,86
2001	24,43		0,95	0,95	0,91	0,68	0,47	-	0,26	0,97	0,70	1,18	0,71	1,04	0,95
2002	25,00	26,43	0,97	0,97	0,92	0,67	0,38	-	0,26	0,93	0,67	1,11	0,68	1,01	0,90
2003	28,83	25,56	1,02	1,02	0,97	0,71	0,42	0,443	0,29	0,99	0,74	1,19	0,73	1,12	0,93
2004	38,21	30,75	1,092	1,098	1,033	0,788	0,489	0,486	0,268	1,03	0,76	1,24	0,76	1,2	0,98
2005	54,41	43,90	1,207	1,219	1,149	0,939	0,625	0,614	0,351	1,17	0,87	1,40	0,87	1,34	1,08
2006	65,14	51,90	1,347	1,354	1,279	1,044	0,683	0,674	0,417	1,36	1,05	1,70	1,05	1,58	1,16
2007	72,55	52,69	1,391	1,409	1,322	1,081	0,691	0,727	0,435	1,39	1,1	1,70	1,1	1,66	1,17

Como se pode observar no quadro 2, podemos comparar os preços de venda ao público dos combustíveis nos Açores e no Continente e verificamos que nos Açores os preços são mais baixos, tal como tínhamos referido anteriormente, com uma pequena diferença os Açores e o território continental português entre 16 a 51 cêntimos.

Quadro 2 - Comparação entre os Preços dos Combustíveis nos Açores e no Continente, a partir de 14 de Fevereiro de 2011. (Fonte: Portal do Governo dos Açores, 2011).

Produtos Petrolíferos e Energéticos	Preço de venda ao Público nos Açores	Preços de Referência no Continente	Preço Cont. - Preço Açores x 100 Preço Açores
Gasolina S/ Ch 95 (€/litro)	1,35 €	1,51 €	12,10%
Gasolina S/ Ch 98 (€/litro)	1,41 €	1,58 €	11,90%
Gasóleo rodoviário (€/litro)	1,17 €	1,37 €	17,40%
Gasóleo agrícola (€/litro)	0,76 €	0,96 €	26,60%
Gasóleo Pescas (€/litro)	0,60 €	0,76 €	25,80%
Gás Butano no Revendedor (€/kg)	1,17 €	1,68 €	43,40%
Fuel 380 (€/kg)	0,52 €	0,64 €	23,70%

Os efeitos que os poluentes atmosféricos podem provocar na saúde humana e nos ecossistemas, dependem da sua concentração e do tempo que se encontra na atmosfera, podendo assim exposições mais prolongadas a baixas concentrações serem mais nocivas do que exposições mais curtas a concentrações elevadas. A sensibilidade de cada pessoa poderá ser maior ou menor dependendo da idade, condição física, estado nutricional, originando diferentes grupos de risco (Rodrigues, 2011).

3.3. CONTEXTUALIZAÇÃO BIOLÓGICA

Pode-se dizer que os Açores é um conjunto recente de ilhas, isolado, e vulnerável a vários acontecimentos naturais, podendo referir-se os pré-históricos, tais como glaciações, vulcões e sismos, o que levou a uma baixa diversidade biológica nalguns grupos taxonómicos. Esta baixa diversidade indica-nos fragilidades ambientais que torna o arquipélago frágil à invasão de espécies alienígenas (Cardigos, 2008).

A vegetação natural contém diversas comunidades, ou seja, vegetação costeira, Floresta Laurissilva, Floresta, matos e prados de montanha, matos sucessionais e turfeiras (Silva *et al*, 2008;. Silva & Smith, 2006).

No século XV, deu-se início ao povoamento no arquipélago, desde então muitas actividades têm modificado as comunidades de plantas nativas, como a, substituição do coberto vegetal original por culturas de cereais, pastagens e florestas, assim como, a introdução de inúmeras culturas, florestais, ornamentais e espécies de plantas para sebes (Silva & Smith 2004).

A intervenção humana e os diversos tipos de transportes existentes possibilitaram que muitas espécies atingissem regiões completamente fora das suas zonas de reprodução e dispersão. Após alcançarem estas regiões, as espécies exóticas lidam com condições ambientais essenciais, incluindo o clima e o solo. Se forem capazes de se adaptar essas condições as espécies exóticas podem sobreviver e crescer (Richardson, 2006).

A ausência de inimigos naturais é o principal factor ecológico propiciador dos processos de invasão biológica (Driesche & Driesche, 2000). Segundo Williamson

(1996), uma invasão biológica surge quando um organismo, de qualquer tipo, se assenta num determinado local para além da sua área de distribuição.

Já na terminologia de Richardson *et al.* (2000), estes autores separam os conceitos de invasora, infestante, exótica, alienígena e naturalizada. Uma espécie alienígena, está associada a uma taxa cuja presença numa determinada região resulta da introdução propositada ou acidental, por acção humana. Uma espécie exótica é uma espécie alóctone que pode casualmente reproduzir-se de forma sexual ou vegetativa, no entanto, não consegue assegurar as suas populações por muito tempo, carecendo de repetidas introduções para garantir a sua persistência na região. Uma espécie naturalizada, de acordo com os autores citados, é uma espécie alóctone que se reproduz sistematicamente e conserva as suas populações por muito tempo, sem necessitar da intervenção humana, não invadindo ecossistemas naturais, semi-naturais ou criados pelo homem. Uma espécie invasora é uma espécie naturalizada que produz descendência fértil e abundante, com grande potencial de dispersão a partir da planta parental. Uma infestante que também pode ser definida como praga é uma espécie, não necessariamente alienígena, que se desenvolve em locais onde não é desejada e provoca danos económicos e ambientais quantificáveis.

Silva (2001) afirma que o problema da invasão biológica nos ecossistemas naturais ou semi-naturais constituem uma grande ameaça para a diversidade biológica, provocando acentuadas alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, uma redução na biodiversidade, a homogeneização biota e a extinção de espécies endémicas.

Por outro lado, nem sempre a introdução de uma nova espécie provoca um impacto negativo, até poderá trazer benefícios pois muitas dessas espécies são admiradas pelas suas qualidades medicinais e ornamentais, por crescerem rapidamente cobrindo “cicatrices” da paisagem causadas pela natureza ou pelo Homem, reduzindo o efeito de erosão, também fornecendo abrigo e alimento aos seres vivos (Ázera, 2000).

Nalguns casos, torna-se difícil resolver problemas causados pela introdução de espécies, porque esta pode ser considerada como nociva por um sector da sociedade, mas ao mesmo tempo pode ser benéfica por outro sector (Silva *et al.*, 2008).

De acordo com Silva (2001), a invasão é um processo dinâmico que enfrenta diversas fases: inicial, intermédia e final. A fase inicial consiste na chegada e estabelecimento da espécie, a fase intermédia diz respeito à dispersão e por fim, a fase final consiste nos efeitos e equilíbrio provocados pela espécie, podendo esta tornar-se uma infestante ou praga com efeito económico, estético ou ecológico, negativo.

Uma das características que provavelmente está relacionada ao sucesso das espécies invasoras é a taxa intrínseca de crescimento (Silva, 2001). Outra das características comuns dos invasores é a sua resistência, possuem uma enorme capacidade de adaptação a qualquer situação. Não exigem condições particulares em relação ao ambiente ou ao clima.

As características das espécies invasoras têm sido largamente estudadas, no entanto, não existe nenhuma investigação que comprove a capacidade de antever, com um certo grau de firmeza, o efeito de uma invasão específica (Silva *et al.*, 2008). Houve algumas tentativas para resumir as características das plantas invasoras: árvores que atingem mais de 3 metros de altura, mecanismos eficazes de dispersão a curta e longa distância, através de mamíferos, aves, vento ou água, maturidade precoce, grande produção de flores, frutos e sementes com alguma longevidade, reprodução vegetativa, elevada taxa de assimilação de carbono, tolerância ao ensombramento, adaptações para o fogo, grande capacidade de aclimação ou plasticidade, produção de substâncias secundárias que são repelentes para os herbívoros (Baruch *et al.* 2000; Reichard, 1997; Rejmánek, 1995; Ramakrishnan, 1991; Noble, 1998). Germinam após longos períodos de dormência, estabelecem-se rapidamente, possuem grande capacidade de competição (Ázera, 2000).

Entre outras espécies, o *P. undulatum* enquadra-se nestas características e de acordo com Silva *et al.* (2008) esta espécie encontra-se em constante expansão colocando em perigo fragmentos de flora nativa dos Açores.

Em suma, o processo de invasão varia de acordo com variados factores, designadamente, as características da espécie invasora, as características do ecossistema invadido, e as interações com as espécies nativas (Lockwood *et al.* 2006).

3.3.1. *PITTOSPORUM UNDULATUM*

Actualmente, existem diversas espécies de plantas que são consideradas grandes ameaças à conservação da flora endémica do Arquipélago dos Açores e das comunidades vegetais autóctone, é caso do *Pittosporum undulatum* (*P. undulatum*), que se encontra na lista do livro Flora e Fauna Invasora na Macaronésia – TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias, e de acordo com Silva *et al.* (2008) esta espécie está entre as primeiras vinte posições do TOP 100, o que significa que é considerada uma das espécies invasoras mais problemáticas, com um impacte muito significativo.



Figura 2 - *Pittosporum undulatum* (Fonte: Fallon, 2009).

A espécie *P. undulatum*, mais conhecida como incenso, é uma exótica lenhosa originária da Austrália e introduzida nos Açores em meados do século XIX como ornamental e planta de sebe. O seu estabelecimento e dispersão comprovam um caso de sucesso em termos de invasões biológicas (Cordeiro & Silva, 2005).

Para além da sua utilização na formação de sebes em pomares e bananais esta também tem servido como alimento para gado, no caso de escassez de alimento, e nas camas quentes da cultura do ananás, sendo igualmente essencial na produção de mel (Moreira, 1987; Cordeiro *et al.* 2005).

Após a sua introdução observou-se que o seu comportamento transformou-se extremamente invasivo, porque esta espécie possui características que facilitam a invasão e lhe dão vantagem na concorrência com as espécies endémicas dos Açores.

Esta espécie está presente em todas as ilhas do arquipélago dos Açores, em habitats como: Arribas, Matos Costeiros, Matos de Erica, Matos de Montanha, Florestas Laurissilva, Florestas de Ilex, Zimbral, Erical, Escoadas lávicas recentes com flora pioneira, Terrenos cultivados e vegetação de origem antrópica, sebes e zonas urbanizadas (Silva *et al.* 2008). No gráfico 2, adaptado de Lourenço *et al.* (2011), podemos observar a distribuição e abundância do *P. undulatum* nas diversas ilhas açorianas.

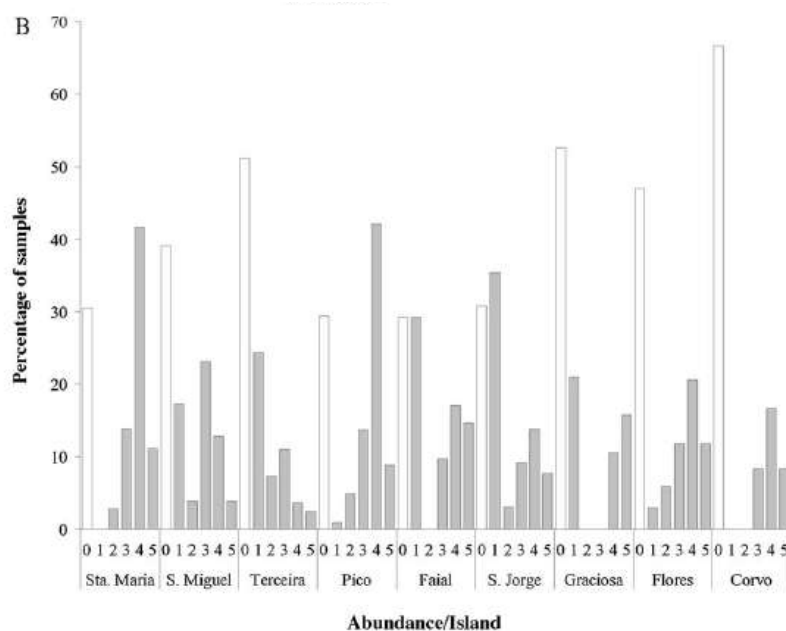


Gráfico 3 - Distribuição de frequência de *Pittosporum undulatum* e abundância por ilha. Escala ordinal: 0, ausência; uma planta isolada, 2, espalhados de plantas; 3, plantas em grupos, 4, plantas formando povoamentos mistos e 5, plantas formando povoamentos puros (Fonte: Lourenço *et al.*, 2011).

Segundo Dias (1996), o *P. undulatum* é muito frequente e abundante em matos de costeiros e de *Morella faya*, até mesmo nas costas remotas do Corvo, Flores, São Jorge e Pico, excluindo áreas de livre exposição a ventos salgados e de stress hídrico. Em áreas mais abrigadas esta espécie invasora é capaz de ultrapassar em altura a copa das espécies nativas, provocando a morte dessas espécies por ensombramento, e por fim dando origem um povoamento puro e homogéneo.

Esta espécie tem-se dispersado durante os últimos 100 anos causando distúrbios em comunidades de plantas dos 100 aos 600 metros de altitude (Sjogren, 1973).

Estudos recentes, indicam que esta planta invasora encontra-se numa faixa estendida desde o nível do mar até cerca de 800 m de altitude, com maior frequência entre os 100 m e 400 m em todo o arquipélago Açoriano (Lourenço *et al*, 2011).

Quanto à descrição da espécie, o *P. undulatum* pertence à família Pittosporaceae, é uma árvore ou arbusto perene, verde escuro; micro-mesofanerótico perene até 10-15 m, com ritidoma cinzento. Folhas pecioladas, ovado-lanceoladas, agudas, glabras de margem ondulada. Flores aromáticas com pétalas brancas, lanceoladas reunidas em cimeiras umbeliformes. Cápsulas obovoídes, glabras bivalves, cor-de-laranja quando maduras. Sementes envolvidas por mucilagem (Franco, 1971). Reprodução sexuada (centenas a milhares de sementes por planta por ano). Nos Açores, teve uma introdução intencional, para sebes e ornamento. Tal como referido anteriormente, a dispersão faz-se por endozoocoria e através de plantação em sebes e como alimento para o gado (Silva *et al*. 2008).

O *P. undulatum* possui características que facilitam a sua invasão, formando densos aglomerados que entravam o crescimento de outras espécies. Apresenta uma grande capacidade de atrair polinizadores, o que diminui a disponibilidade de agentes polinizadores para as plantas nativas e simultaneamente, maximiza a sua produção de frutos e sementes (até 37.500 sementes por árvore). Os indivíduos regeneram vigorosamente depois de danificados (Weber, 2003).

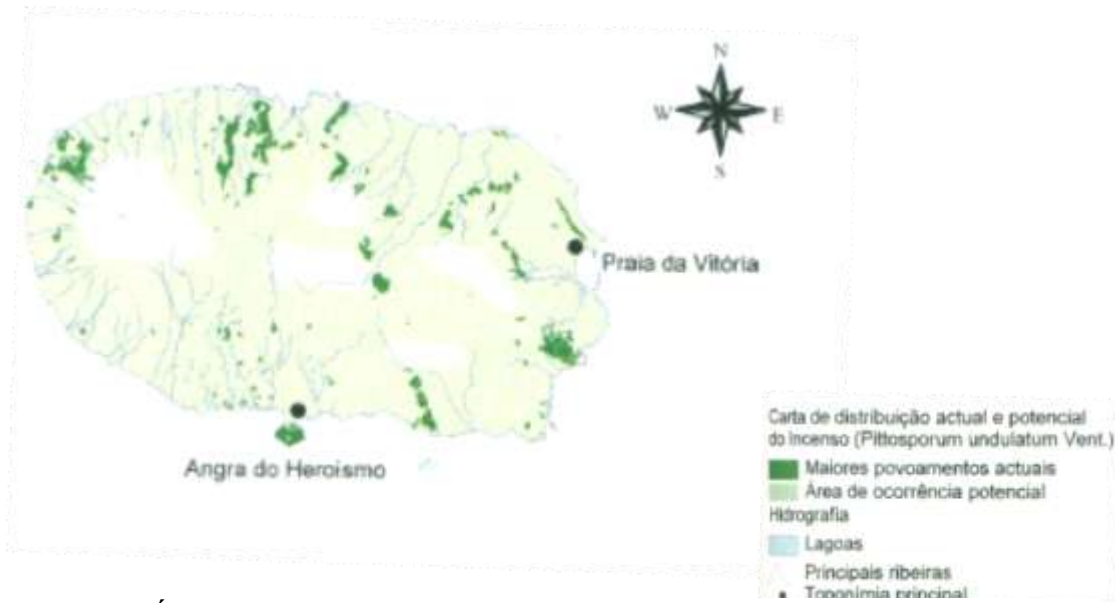


Figura 3 - Área de distribuição do *Pittosporum undulatum* Vent. na Ilha Terceira (Fonte: Dias et al, 2007).

Outras características referidas como responsáveis por esta expansão incluem uma rápida dispersão, a ocorrência de dois períodos de floração e uma produção de sementes precoce. Os frutos abrem em Setembro e as sementes estão disponíveis durante longos períodos do ano, em número que vai entre 20/30 sementes por fruto (Gleadow & Ashton, 1981). Já nos Açores, de acordo com Cordeiro & Silva (2005), a abertura dos frutos ocorre durante os meses de Outono/Inverno.

Nos Açores é frequente ver indivíduos de *Turdus merula azorensis* Hart. sobre estas árvores e no Inverno encontram-se sementes em fezes de aves, amostradas em matas onde o *P. undulatum* é abundante (Cordeiro & Silva, 2005). Esta espécie é pouco exigente quanto ao solo e desenvolve-se bem no litoral. É uma espécie que necessita de luz, mas suporta bem a sombra (Franco, 1943).

4. UTILIZAÇÃO DO *PITTOSPORUM UNDULATUM* PARA A PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE

O aproveitamento da biomassa do *P. undulatum* como fonte energia renovável, pode-se revelar numa oportunidade de criação de empreendimentos e de emprego, numa óptica de exploração silvícola e energética.

Do ponto de vista ambiental, o uso da biomassa para fins energéticos é benéfico, pois leva à redução das emissões de gases responsáveis pelo efeito de estufa, tais como o dióxido de carbono e o metano, tornando o ciclo do carbono fechado, uma vez que o dióxido carbono é absorvido no processo de fotossíntese aquando da regeneração da biomassa e emitido durante a sua queima. Além disso, a biomassa contém, em geral, menos agentes poluentes, como o enxofre e os metais pesados, do que os combustíveis fósseis mais comuns (Oliveira, 2008).

Outra factor que favorece a valorização energética da biomassa florestal, são os resíduos que são geridos de forma ambientalmente correcta que, na gestão actual geram custos adicionais devido às elevadas taxas de aterro e disponibilidade limitada de espaço (Evans *et al*, 2010;. Mamphweli & Meyer, 2009)

Apesar dos benefícios que a biomassa pode oferecer, ainda, existe alguma relutância por parte da nossa sociedade, em aceitar o recurso à biomassa como fonte de energia renovável. Essa percepção deve-se à falta de divulgação da importância das políticas energéticas nacionais, cuja explicação é muitas vezes demasiado técnica para o entendimento da população em geral, e ao facto de nem todo o CO₂ ser considerado um gás com efeito de estufa (Rodrigues, 2011).

No que diz respeito à possível utilização para exploração, estudos realizados na Jamaica, consideram o *P. undulatum* uma boa fonte de combustível mas só no caso de serem usadas árvores com um diâmetro à altura do peito superior a 20 cm (Goodland & Healey, 1996).

Os processos de conversão de biomassa em energia são muito diversos mas o mais popular é a queima directa de biomassa sólida destinada à produção de energia eléctrica (Malico, 2010).

A biomassa do *P. undulatum* existente nos Açores pode ser transformada, pelas diferentes tecnologias de conversão, em energia eléctrica, trazendo importantes benefícios económicos, sociais e ambientais ao arquipélago.

Em Portugal continental já existem duas centrais termoeléctricas que utilizam como matéria-prima resíduos florestais para a produção de energia eléctrica. Uma das centrais localiza-se em Mortágua (Central de Mortágua) e a outra em Vila Velha de Ródão (Centroliva, S.A.). A central de Vila Velha de Ródão tem menor dimensão, quando comparada com a central de Mortágua (Silva, 2006).

4.1. QUANTIDADE DE BIOMASSA DE *PITTOSPORUM UNDULATUM* DISPONÍVEL NA ILHA TERCEIRA

De acordo com o Inventário Florestal, realizado pela Direcção Regional dos Recursos Florestais, 49% da área florestal nos Açores, cerca de 24.000 ha, é ocupada por *P. undulatum*. A estimativa anual de produção de biomassa do *P. undulatum* nos Açores pode variar entre 150 Mg na ilha do Corvo e até mais de 60.000 Mg na Ilha do Pico.

O valor de aquecimento de sua madeira e sua composição química podem transformá-lo num bom candidato para o uso nos processos de combustão, havendo assim potencial energético associado a esta espécie considerada infestante.

Quadro 3 - Superfície ocupada por *Pittosporum undulatum* nos Açores, por ilha e por Parques Naturais de cada ilha (Adaptado de: Lourenço *et al*, 2011).

Ilha	Ilha (Área)					Parques Naturais por Ilha (Área)					
	Superfície (ha)	Florestal (ha)	(%)	<i>P.undulatum</i> (ha)	(%)	Superfície (ha)	(%)	Florestal (ha)	(%)	<i>P.undulatum</i> (ha)	(%)
S. Maria	9740	1957	20	1173	60	1709	18	230	13	142	62
S. Miguel	74,457	16,274	22	3701	23	14,321	19	6561	46	1344	20
Terceira	40,041	5914	15	1348	23	8029	20	1638	20	227	14
Graciosa	6066	727	12	342	47	331	5	99	30	1	1
S. Jorge	24,372	3694	15	2021	55	5184	21	959	18	327	34
Pico	17,324	3034	18	1760	58	3036	18	934	31	503	54
Faial	44,524	14,941	34	11,705	78	15,702	35	3448	22	2385	69
Flores	14,096	2493	18	1812	73	4822	34	552	11	369	67
Corvo	1711	36	2	29	80	774	45	7	1	6	88
Açores	232,332	49,07	21	23,891	49	53,908	23	14,428	7	5306	37

No estudo que levamos a cabo na ilha Terceira, em determinadas zonas do Monte Brasil, o diâmetro à altura do peito de alguns indivíduos parecem adequados para valorização energética.

Neste contexto, será importante definir zonas de propagação para esta espécie, seleccionando, ao mesmo tempo, zonas favoráveis e intensamente invadidas por *P. undulatum*, se se pretender enveredar por um combate à espécie, em simultâneo com a sua valorização energética ou até mesmo produção de biomassa vegetal.

No que diz respeito à disponibilidade de biomassa nos Açores, estudos realizados pela DRRF (2007), onde se efectuaram cálculos por hectare, para avaliar a biomassa disponível dessa espécie, foi assumido uma média de 130 m³ de madeira por hectare e um factor de conversão para biomassa seca por hectare de 0,56 M gm⁻³ (peso seco) de acordo com dados obtidos em parcelas de *P. undulatum*, usando dez parcelas de 200 m² onde as árvores foram cortadas, medidas e pesadas. A produção anual de biomassa foi obtida como o produto do ano explorável, pela área de biomassa por hectare. A produção de energia estimada a partir da biomassa assumida, com base nessa quantidade produzida num ano por ilha, foi calculada através da conversão do valor de aquecimento por Mg na produção de electricidade potencial (em GWh por ano) (Lourenço *et al*, 2011) e assumindo também uma média de conversão de energia de biomassa lenhosa em electricidade de 27% (Evans *et al*, 2010). Apresentamos essas estimativas nos quadros 4 e 5.

De acordo com os dados dos quadros 4 e 5 (Lourenço *et al*, 2011) podemos observar que para a ilha Terceira, num total de 1347 ha, podem ser explorados 88 ha anualmente, com um período de rotação de 10 anos. A produção de biomassa anual estimada situa-se nos 7330 MWhMg⁻¹, resultando em 11 GWh de energia produzida anualmente, o que representa 6% em electricidade por ano pela conversão dessa biomassa.

Quadro 4 - Biomassa estimada disponível de *Pittosporum undulatum* nos Açores. (Adaptado de: Lourenço *et al*, 2011).

Ilha	Área Total (há)	Área explorável por ano (há)	Produção anual de madeira (Mg ano-1 peso seco)	Resíduos operacionais (Mg ano-1 peso seco)	Total de Biomassa por ano (Mg ano-1 peso seco)
S.Maria	1173	76	5551	832	6383
S. Miguel	3701	241	17,513	2627	20,14
Terceira	1347	88	6374	956	7330
Graciosa	342	22	1618	243	1861
S. Jorge	2021	131	9563	1434	10,998
Pico	1757	114	8314	1247	9561
Faial	11,705	761	55,388	8308	63,696
Flores	1812	118	8574	1286	9861
Corvo	29	2	137	21	158

Quadro 5- Potencial produção de electricidade a partir da biomassa de *Pittosporum undulatum* nos Açores. (Adaptado de: Lourenço *et al*, 2011).

Ilha	Total de energia disponível (GWh)	Consumo de electricidade por ano (GWh)	Consumo de electricidade coberta pela biomassa (%)
S.Maria	9,6	19,0	50
S. Miguel	30,2	407,0	7
Terceira	11,0	192,2	6
Graciosa	2,8	12,7	22
S. Jorge	16,5	26,4	62
Pico	14,3	47,0	31
Faial	95,5	39,8	240
Flores	14,8	11,3	131
Corvo	0,2	1,2	20

5. ENSAIO EXPERIMENTAL

5.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Uma vez que existe muita incerteza associada à previsão do potencial energético associado ao *P. undulatum* na ilha Terceira e sabendo que o poder calorífico da biomassa é muito variável, dependendo de múltiplos factores biofísicos e químicos, pretendeu-se encetar um estudo que permitisse observar ou quantificar a variabilidade anual de biomassa, que no caso de valorização energética, se traduzirá numa variabilidade de produção de energia. Uma variabilidade acentuada de produção de energia pode traduzir-se numa inviabilização técnica dessa mesma produção.

Para ensaiar essas hipóteses, escolheu-se um local, com reduzida intervenção humana, em termos de manuseamento agrícola ou silvícola - o Monte Brasil.

O ensaio levado a cabo nesse local poderia desencadear um conjunto de modelos interpretativos que conjugassem as perspectivas do combate a espécies invasoras, com a da exploração turística bem como a da valorização energética de biomassa.

O local de estudo, onde foram realizadas as experiências, é correntemente denominado Reserva Florestal de Recreio do Monte Brasil. Localiza-se na Freguesia da Sé, Concelho de Angra do Heroísmo. Possui uma área de 63 ha e está situado a uma altitude de aproximadamente 100 m.

Este local também foi escolhido devido à sua localização, próximo da cidade e do centro histórico de Angra do Heroísmo e também devido à grande quantidade de *P. undulatum* que possui, pois o objectivo deste estudo tal como referido anteriormente passa também por tentar controlar a propagação desta espécie invasora, aproveitando o seu potencial energético, dando um contributo para o aumento do uso de energias renováveis e redução do consumo de combustíveis fósseis e simultaneamente, recuperar o património natural daquele local.

O clima temperado, oceânico e húmido da ilha, cria um ambiente propício para o desenvolvimento da vegetação natural, podendo ainda encontrar-se neste local plantas lenhosas, endémicas e naturalizadas como, *Laurus azorica* (loureiro), *Erica azorica*

(urze), *Morella faya* (faia-da-terra), o *Juniperus brevifolia* (cedro do mato). Encontram-se neste local algumas espécies introduzidas, sendo uma delas, o *P. undulatum* onde já se instalou e começou a manifestar um comportamento invasor.

Já em 1949, Agostinho detectou a presença da faia ou incenso (*P. undulatum*), que ia desapossando a faia da terra, e dizia que se “*esta não for eficazmente defendida acabará por desaparecer*”.

5.2. METODOLOGIA

Pretendeu-se desenvolver uma metodologia que fosse capaz de produzir simultaneamente nova informação e utilidade tecnológica. Esta investigação permitiu não só a escolha de um método apropriado, mas também questionar a própria metodologia.

A metodologia adoptada neste estudo foi a seguinte:

5.2.1. IMPLEMENTAÇÃO DE PARCELAS EXPERIMENTAIS

A metodologia para obter esses resultados constou de um planeamento prévio do modo de intervenção no local considerando que os efeitos na paisagem da intervenção deveriam ser mínimos, uma vez que se trata dum local de lazer, atractivo para o passeio de turistas, onde as pessoas praticam desporto. Pretendeu-se evitar impactos visuais perceptíveis.

As parcelas para o ensaio experimental foram escolhidas em locais estratégicos, com fácil acesso aos camiões, e com elevada presença de espécies endémicas, tais como, *Morella faya*, *Erica azorica* e *Laurus azorica*, com o objectivo de haver uma capacidade regeneração natural destas espécies, de forma a preencher as clareiras onde se cortava o *Pittosporum*.

5.2.2. MONITORIZAÇÃO

Efectuou-se apenas 1 monitorização, entre os meses Junho e Setembro. Tal monitorização ocorreu através da implementação de 3 parcelas de 10 m x 10 m (100 m²), instaladas no interior de cada área onde se procedeu os cortes de *P. undulatum*.

As parcelas foram escolhidas, atendendo à data de aplicação da metodologia de controlo, às condições do terreno e à vegetação existente, de forma a acompanhar a diversidade de combinações diferente a serem estudadas. O objectivo da monitorização foi fazer um acompanhamento da evolução do coberto arbóreo.

Num primeiro ensaio aplicou-se o herbicida *Roundup* (Glifosato) a 100 % de concentração, logo após o corte do *P. undulatum*, de modo a controlar a sua propagação.

O corte dos indivíduos foi feito o mais próximo possível do solo. Entretanto, alguns indivíduos apresentam alturas de corte mais elevadas, devido à inclinação do terreno não permitir efectuar o corte mais baixo. O corte foi efectuado pelos funcionários dos Serviços florestais, da Direcção Regional dos Recursos Florestais.

Nessas parcelas registou-se o número de rebentos vegetativos nos adultos cortados, cuja contagem ajudaria a perceber a capacidade de regeneração do *P. undulatum*, como também verificar se ocorreu o aparecimento de novas plântulas.

Também se registou a existência de outras espécies infestantes, dados da estrutura da vegetação, o número de juvenis das espécies arbóreas e riqueza florística. Registou-se a existência de espécies endémicas, nomeadamente, de *Morella faya*, *Erica azorica* e o *Laurus azorica* e o aparecimento de sementes.

5.2.3. RECOLHA DE DADOS BIOMÉTRICOS

A recolha do material necessário para a realização de análises laboratoriais ocorreu no dia 21 de Junho de 2011.

Depois dessa recolha procedeu-se a secagem natural do material recolhido. O material recolhido foi mantido no ar ambiente, durante três semanas, com o objectivo de ir perdendo a humidade que possuía. Essa perda de humidade corresponde à perda

natural de água pela planta, se em vez de ocorrer a valorização energética imediata da matéria orgânica essa fosse abandonada durante algum tempo no local de corte.

Recolheram-se 20 amostras de troncos, com massas distintas, volumes distintos e diâmetros distintos para se proceder a análise laboratorial. Estas consistiam em pequenos troncos com 5 cm de comprimento no máximo, como podemos observar na figura abaixo.



Figura 4 - Amostras de *Pittosporum undulatum*.

Primeiro mediram-se o perímetro e o comprimento de cada ramo e depois determinou-se a massa total de cada amostra de ramo. Posteriormente foi determinada a sua densidade.

A determinação da densidade das amostras foi realizada por picnometria. Para o cálculo da densidade:

- Pesou-se o picnómetro vazio,
- Determinou-se a massa do picnómetro com água pura,
- Determinou-se a massa de cada amostra,
- E finalmente a massa do picnómetro com água e amostra sólida.



Figura 5 - Picnómetro vazio.

A expressão utilizada para calcular a densidade foi a usual:

$$\rho = \frac{\text{Massa Amostra}}{\text{Volume Amostra}} \quad (\text{Expressão 1})$$

Onde o volume foi calculado a partir das diferentes massas anteriormente referidas.

Paralelamente estimou-se a densidade das mesmas amostras considerando que o volume da amostra era dado pela expressão seguinte.

$$V_{\text{cilindro}} = A_{\text{base}} \cdot \text{Altura} = \pi r^2 \cdot \text{Altura} = \pi \left(\frac{P}{2\pi}\right)^2 \cdot \text{Altura} = \frac{P^2}{4\pi} \cdot \text{Altura} \quad (\text{Expressão 2})$$

Em que P é o perímetro do tronco.

As amostras foram pesadas e colocadas numa estufa, a fim de proceder à sua secagem, durante oito dias, a uma temperatura de 50° C. De seguida procedeu-se a uma nova pesagem para determinar a percentagem de humidade de cada uma delas.

5.2.4. MEDIÇÃO DOS ANÉIS CIRCULARES

Para contagem de anéis circulares das amostras, depositamos sobre cada um dos troncos cortados, azul de metileno, de modo a que fosse possível realçá-los e observá-los à lupa. O azul de metileno produz um contraste tornando mais fácil a observação dos anéis presentes em cada um dos ramos analisados. Nas figuras 9 e 10 podemos ver o material utilizado na medição e as amostras com azul metano.



Figura 6 – Preparação das amostras para análise à lupa.



Figura 7 - Amostras impregnadas com azul de metileno.

5.2.5. DETERMINAÇÃO DO PODER CALORÍFICO DO *PITTOSPORUM UNDULATUM*

O poder calorífico do *P. undulatum* pode ser determinado, teoricamente, através de cálculos, desde que se tenha a composição elementar do combustível e o calor de combustão dos elementos ou compostos gasosos, ou também pode ser determinado experimentalmente através de calorímetros (José, 2004).

A análise química elementar de uma amostra de combustível fornece a percentagem dos elementos que formam parte da composição química do combustível: carbono, hidrogénio, enxofre, oxigénio, nitrogénio, humidade, cinzas e outros componentes de menor importância (Guerrero, 2011). Estas informações permitem avaliar o poder calorífico do combustível.

A análise imediata de uma amostra de combustível fornece a percentagem de humidade, material volátil, carbono fixo e cinzas (Barros *et al*, 2009). A Humidade representa a perda em peso do combustível sólido quando aquecido numa estufa a 110

°C e corresponde à água retida mecanicamente. O material volátil é a parte do combustível que se separa na forma de gases quando o combustível é submetido a um teste padrão de aquecimento. O carbono fixo é o resíduo combustível deixado após a libertação da humidade e matéria volátil, e consiste principalmente em carbono. As cinzas são determinadas pela combustão completa do combustível e engloba todos os constituintes minerais do combustível. Estes constituintes aparecem apenas nos combustíveis sólidos (Guerrero, 2011).

O poder calorífico representa assim a quantidade de energia libertada por unidade de massa ou volume do combustível e o valor depende da sua composição. Pode ser determinado por vários processos:

- Métodos experimentais (bomba calorimétrica),
- Através da aplicação da primeira lei da termodinâmica à reacção química da combustão,
- Através de cálculos utilizando fórmulas semi-empíricas.

Foi este método, último método, que utilizamos neste estudo, pois a falta de material técnico adequado ou a ineficiência dos métodos anteriores levou a enveredarmos por um método alternativo aquele que fora previamente seleccionado (método calorimétrico).

Determinámos assim o poder calorífico dos troncos do *P. undulatum* pela Fórmula de *Dmitri Ivanovich Mendeleev*. A Fórmula de *Mendeleev* para combustíveis sólidos e líquidos assume a seguinte forma:

$$PCI = 33900 C + 103000H - 10900 [O - S] - 25W \quad (\text{Expressão 3})$$

Onde:

PCI: poder calorífico inferior (kJ/kg combustível)

C: teor de carbono (kg C/kg combustível)

H: teor de hidrogénio (kg H/kg combustível)

O: teor de oxigénio (kg O/kg combustível)

S: teor de enxofre (kg S/kg combustível)

W: teor de humidade (kg de água S/kg combustível)

Do mesmo modo se poderá determinar o poder calorífico superior, pela expressão 4:

$$PCI = PCS - 2440 (9H + W) \quad (\text{Expressão 4})$$

Onde:

H: representa a parcela de vapor de água formada pela Combustão do hidrogénio

PCS: Poder calorífico superior (kJ/kg combustível)

E W, tem o significado anterior

As amostras utilizadas nos ensaios da determinação do poder calorífico foram preparadas da seguinte forma:

- Secagem: as amostras foram colocadas em cadinhos de porcelana, previamente tarados em balança analítica e encaminhadas para uma estufa a 50° C

- Queima: após a secagem as amostras foram queimadas de forma a avaliar as cinzas para a determinar a quantidade de carbono existente e estimar os teores de oxigénio, hidrogénio e de humidade.

- Após a queima, as cinzas foram pesadas.

De acordo com Guerrero (2011), as amostras de materiais lenhosos são praticamente constituídos por carbono, matéria volátil, cinzas e humidade. Assim sendo, a percentagem de carbono foi calculada por:

$$\% \text{ Carbono} = 100 \% - (\% \text{ Matéria volátil} + \% \text{ Cinzas} + W) \quad (\text{Expressão 5})$$

5.2.6. ANÁLISE SWOT

No presente estudo efectuou-se uma análise SWOT (do inglês *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), que constitui uma ferramenta de planeamento estratégico (Kotler, 2000) que tem neste caso como objectivo principal, neste âmbito

específico, a avaliação das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da viabilidade da utilização da biomassa do *P. undulatum* na produção de energia eléctrica.

O método da matriz SWOT, desenvolvido na década de 60 (Bernoider, 2002) por Kenneth Andrews e Roland Christensen, consiste num modelo de avaliação da posição competitiva de uma organização no mercado (Nunes, 2008). A análise SWOT subdivide-se em análise do ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças). A análise do ambiente externo é composta pela monitorização de forças macroambientais (são exemplo o cenário económico-demográfico, o contexto sociocultural e as modificações tecnológicas) e de agentes económicos importantes para a organização (como os clientes, competidores, fornecedores e distribuidores). A análise do ambiente interno refere-se à performance de factores controláveis pela organização, relativamente aos seus competidores directos, como produtividade da mão-de-obra, inovação tecnológica, capacidade de autofinanciamento das operações, imagem, amplitude da distribuição, localização, entre outros (Kotler, 2000).

Abaixo é efectuada a representação gráfica da matriz SWOT, onde se indica a importância de cada um desses quadrantes: pontos fortes, pontos fracos, ameaças e oportunidades, no planeamento estratégico.

	Análise Interna	S (Strengths) Pontos Fortes	W (Weaknesses) Pontos Fracos
Análise Externa			
O (Opportunities) Oportunidades		SO Tirar o máximo partido dos pontos fortes para aproveitar o máximo as oportunidades detectadas.	WO Desenvolver as estratégias que minimizem os efeitos negativos dos pontos fracos e simultaneamente aproveitem as oportunidades emergentes.
T (Threats) Ameaças		ST Tirar o máximo partido dos pontos fortes para minimizar os efeitos das ameaças detectadas.	WT As estratégias a desenvolver devem minimizar ou ultrapassar os pontos fracos e, tanto quanto possível, fazer face às ameaças.

Figura 8 - Exemplo de uma Matriz SWOT (Fonte: Teixeira, 2005).

O quadrante das “Forças” corresponde aos recursos e capacidades da empresa ou entidade que podem ser combinados para gerar vantagens competitivas em relação à

situação actual. No quadrante das “Fraquezas” encontram-se pontos mais vulneráveis da empresa ou entidade exploradora em comparação com os mesmos pontos actuais de produção de energia. As “Oportunidades” correspondem às oportunidades para crescimento ou fortalecimento da economia local e por último as “Ameaças” referem-se às mudanças no ambiente que apresentam ameaças à sobrevivência do empreendimento ou do habitat (Pinheiro *et al*, 2010).

Em resumo, a análise SWOT estabelece uma inter-relação dos ambientes externo e interno da organização, neste caso poderá ser do Governo Regional ou da EDA. Através dessa ferramenta de planeamento estratégico, os tomadores de decisão podem ter uma visão sistemática das diversas variáveis que compõem o “ambiente competitivo” da empresa, e assim, escolherem a melhor orientação estratégica para a mesma (Kotler, 2000).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. IMPLEMENTAÇÃO DE UM PLANO DE CONTROLO DO *P. UNDULATUM* NO MONTE BRASIL

Para o controlo do *P. undulatum* na Reserva Florestal de Recreio do Monte Brasil, propõe-se um plano com quatro fases que de seguida se descrevem:

1ª FASE (2011-2014)

a) Eliminação de *P. undulatum* em matos de *Morella-Erica-Pittosporum*

Eliminação do *P. undulatum* nas zonas de mato com elevada presença de *Morella faya* e *Erica azorica*, cujas áreas estão indicadas nas figuras 5 e 6 numeradas de 1 e 7.

A erradicação poderá ser feita através do corte e aplicação de herbicida no tronco dos adultos, remoção manual de juvenis e plântulas.

A recuperação da vegetação nativa deverá ser monitorizada, durante três anos, em parcelas de 100 m² demarcadas em cada uma das áreas seleccionadas. As parcelas foram escolhidas em zonas próximas da *Morella faya* já existente no local de estudo, facilitando a regeneração natural desta espécie. Nestas áreas dever-se-á proceder à reintrodução de *J. brevifolia* (variedade costeira) na Zona Sul do Monte Brasil (área nº 3, figura 9), recorrendo a sementes obtidas a partir de sementes da população da Agualva. A monitorização será realizada através da avaliação da taxa de sobrevivência dos indivíduos plantados.



Figura 9 - Fotografia aérea do da Reserva Florestal do Monte Brasil (Sul).

b) Eliminação de *P. undulatum* em bosques de *Pittosporum-Morella*

Seleccção de duas áreas de bosque misto *Pittosporum-Morella* e eliminação do *P. undulatum* (áreas indicadas com os números 4 e 7 nas figuras 10 e 11), seguido de reforço populacional de *Morella faya* e reintrodução de *Picconia azorica*. Monitorização durante 3 anos destas parcelas.



Figura 10 - Fotografia aérea da Reserva Florestal do Monte Brasil (Norte).

c) Eliminação de *P. undulatum* e reforço populacional de espécies endémicas em bosques de *P. undulatum*

Seleção de duas parcelas de Bosque de *Pittosporum* para eliminação desta espécie e reforço populacional com plantação de espécies endémicas de costa, nomeadamente a *Morella faya* e *Picconia azorica*. Em áreas abrigadas poder-se-á realizar também um reforço populacional de *Laurus azorica*.

d) Análise do banco de sementes a partir de amostras recolhidas em diversos locais do monte Brasil, de modo a avaliar a composição relativa de sementes de espécies nativas (potencial para regeneração natural) e invasoras.

2ª FASE (2014-2017)

a) Eliminação de *P. undulatum* em todas as áreas com matos de *Morella-Erica-Pittosporum*.

b) Corte sistemático de *P. undulatum* em bosques de *Pittosporum-Morella* no interior da caldeira, recorrendo ao reforço populacional com *M. faya*, *P. azorica* e *Laurus azorica*.

c) Aumento do número de parcelas (de 100 m²) de corte de *P. undulatum*, nas áreas com povoamentos puros desta espécie, quer no interior da caldeira quer na vertente Oeste do Monte Brasil. Estas parcelas não devem ser maiores e devem ocorrer com algum afastamento, de modo a minimizar o impacte na paisagem. Ao corte seguir-se-á o reforço populacional de *M. faya* e *P. azorica*, na vertente Oeste, exposta ao mar, às quais se deverá adicionar o *L. azorica* no interior da caldeira.

d) Durante esta fase dever-se-á continuar a monitorização das parcelas experimentais e análise do banco de sementes.

Desta acção verificou-se ser difícil a remoção de biomassa de zonas com declives superiores a 30%, devendo essa fazer-se de forma manual, já que não permite a utilização de máquinas. Tal facto torna pouco vantajosa a exploração energética dessa biomassa, uma vez que o preço do trabalho pago para corte e remoção dos indivíduos de *Pittosporum*, pode ser superior ao retorno financeiro da produção de energia. Assim

sendo, justifica-se compatibilizar objectivos e esforços económicos de produção de energia por um lado, e combate a infestantes pelo outro.

6.2. MONITORIZAÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

Quanto à monitorização efectuada às parcelas experimentais do *P. undulatum* os principais resultados são apresentados nos quadros seguintes:

Quadro 6 – Percentagem de novas plântulas, percentagem de indivíduos com rebentos vegetativos e número de adultos cortados de *P.undulatum*, e a percentagem de novas plântulas de outras infestantes presentes nas parcelas experimentais.

Nº Parcelas	<i>Pittosporum undulatum</i>			Outras Espécies					
	Nº Adultos cortados	Plântulas (%)	Indivíduos com rebentos vegetativos (%)	Plântulas <i>Araujia sericifera</i> (%)	Plântulas <i>Ficus pumila</i> (%)	Plântulas <i>Lantana camara</i> L. (%)	Plântulas <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn (%)	Plântulas <i>Rubus ulmifolius</i> Schott (%)	Plântulas <i>Salpichroa organifolia</i> (%)
1	31	3,2	3,2	0	25,8	0	0	0	9,6
2	29	0	3,4	0	0	0	0	20,6	0
3	34	2,9	38,2	2,9	0	5,8	67,6	0	0

Quadro 7 – Número de adultos de *Morella faya* e de *Laurus azorica* e a percentagem de plântulas e sementes dos mesmos presentes nas parcelas.

Nº Parcelas	Espécies Endémicas			
	Plântulas <i>Morella faya</i> (%)	Nº Adultos <i>Morella faya</i>	Plântulas <i>Laurus azorica</i> (%)	Nº Adultos <i>Laurus azorica</i>
1	0	2	16,1	0
2	0	2	0	0
3	0	2	0	1

Na parcela 1, Foram cortados 31 troncos de indivíduos adultos de *P. undulatum*, tendo-se verificado que 3,2 % (n=5) dos indivíduos apresentaram capacidade de regeneração. Surgiram 25,8 % (n=8) de plântulas de *Ficus pumila* e 9,6 % (n=3) de indivíduos de *Salpichroa organifolia*. No total de infestantes, apareceram 54,8 % (n=17) de infestantes, relativamente ao que foi cortado.

Também apareceram 16,1 % (n=5) de indivíduos de *Laurus azorica*. É de realçar que o número de adultos de indivíduos da espécie endémica *Myrica faya* já estavam presentes na parcela aquando o corte do *P. undulatum*. Não se registou a presença de sementes dos adultos existentes na parcela.

Na parcela 2, 3,4 % (n=1) dos indivíduos de *P. undulatum* apresentaram capacidade de regeneração. Após o corte do *P. undulatum*, verificou-se o aparecimento de outra infestante, apareceram 20,6% (n=6) de indivíduos de *Rubus ulmifolius Schott* mais conhecida por silva. No total de infestantes, apareceram 24,1 % (n=7) de indivíduos, relativamente ao que foi cortado.

Não apareceram novas plântulas de espécies endémicas. Quanto à existência de adultos de indivíduos de espécies endémicas, aconteceu nesta parcela o mesmo que se tinha verificado na parcela 1, ou seja, a existência de dois adultos de *Morella faya* que já estavam instalados no local antes do corte do *P. undulatum*. Devido à presença destes adultos, observamos na parcela uma grande quantidade de sementes de *Morella faya*, entre de 5 a 6 centenas de sementes.

Por fim, na parcela 3, 38,2 % (n=13) dos indivíduos apresentaram capacidade de regeneração. Apareceram 67,6 % (n=23) de indivíduos de *Pteridium aquilinum (L.) Kuhn*, 5,8 % (n=2) de indivíduos de *Lantana camara* e 2,9 % (n=1) de indivíduos de *Araujia sericifera*. No total de infestantes, apareceram 117,6 % (n=40) de infestantes, relativamente ao que foi cortado.

Esta parcela também continha dois indivíduos adultos de *Morella faya* e também um indivíduo de *Laurus azorica*, que aí estavam antes do corte. Verificou-se igualmente a presença de aproximadamente 8 centenas de sementes de *Morella faya*.

Se a amostragem se centrasse apenas na parcela 3, poder-se-ia dizer que houve um aumento do número de espécies infestantes. Essa contabilidade, não pode ser feita em termos de biomassa, no entanto, não deixa de obrigar-nos a pensar que a estratégia de erradicação de uma invasora, não pode visar somente a erradicação dessa invasora mas também, atender às outras que possam ocupar o seu lugar.

Os cortes dos indivíduos foram feitos o mais possível junto ao solo, no entanto, alguns indivíduos apresentavam alturas de corte muito elevadas, devido ao declive do

terreno não permitir executar cortes mais baixos e com inconvenientes de exploração de biomassa tal como referidos anteriormente.

É importante realçar que essa acção não é totalmente eficaz na erradicação do *P. undulatum*, porque se encontraram novas plântulas da espécie, e mesmo que apenas um indivíduo vingue é o suficiente para dar origem a uma árvore adulta, que pode funcionar como um banco de produção de novas sementes. Nesse sentido, é necessário, e se possível, não fazer o controlo do *P. undulatum* durante a época que a espécie dá semente, de modo a evitar a libertação de sementes viáveis no solo.

Em todas as parcelas verificou-se que os indivíduos cortados com uma altura de corte maior, estes apresentavam menor rebentação em relação aos indivíduos com alturas de corte menor. Também se observou que os troncos de menor diâmetro tinham um maior número de rebentos vegetativos, do que os indivíduos de troncos com maior diâmetro.

Uma explicação possível para o facto de haver mais indivíduos com rebentos, nos troncos de menor diâmetro, pode dever-se ao facto de, aquando o corte algumas touças serem pinceladas com mais químico do que outras. Através dos resultados obtidos pode-se afirmar que a altura do corte tem influência na rebentação dos indivíduos cortados.

De acordo com estudos realizados na Jamaica, estes indicam que cerca de 50% dos indivíduos arrancados manualmente rebrotaram a partir da raiz e aproximadamente 72% das árvores cortadas, registaram rebentos vegetativos no tronco. O estudo comprovou que o controle mais indicado para o *P. undulatum* é o anelamento com corte do xilema e aplicação imediata de herbicida glifosato, pois sem a sua aplicação também não há eficácia (Goodland & Healey, 1997). Esse estudo está de acordo com os nossos resultados, onde também se verificou rebentos vegetativos nos troncos das árvores cortadas.

6.3. DADOS BIOMÉTRICOS

A densidade foi determinada, tal como referido na metodologia, por picnometria, tendo-se observada oscilações que parecem ser função do raio ou volume do tronco.

No quadro seguinte apresentam-se os principais resultados obtidos.

Quadro 8 – Resultados da densidade e raio de cada amostra.

Amostra	Densidade da madeira (g/cm³)	Volume (cm³)
1	0,85667	0,15915
2	0,89015	0,23873
3	0,94061	0,31831
4	0,93989	0,33423
5	0,98094	0,49338
6	1,01156	0,65254
7	1,01005	0,71620
8	1,01103	0,74803
9	1,01783	1,03451
10	1,01936	1,11408
11	1,02024	1,28916
12	1,02232	1,49606
13	1,02405	1,62338
14	1,02457	1,81437
15	1,02574	2,10085
16	1,02587	2,16451
17	1,02692	3,26268
18	1,02735	3,75606
19	1,02763	4,75873
20	1,02783	5,95239

De acordo com os dados do quadro 7, a densidade tem um valor médio de 0,99653 g/cm³, com um desvio-padrão de 0,04992 g/cm³. Estes valores indicam que não existe grande variação da densidade das várias amostras.

O mesmo parece já não acontecer com a dependência dos valores do volume com a densidade, onde este vai aumentando gradualmente com o raio e inversamente com a densidade. O volume não apresenta uma dependência do quadrado do raio, tal como esperado. A média dos raios estudados foi de 1,70137 cm, com um respectivo desvio-padrão de 1,59293 cm. No gráfico 1, apresenta-se a tendência observada.

De acordo com o gráfico 4, verifica-se que o valor da densidade da madeira de *Pittosporum* revela dois comportamentos, um em que a densidade não é dependente do volume, ou seja, é praticamente constante e outros cuja a densidade parece ter uma dependência de volume. Distingue-se porque as primeiras amostras são ramos pequenos.

Também pode-se verificar que a densidade não varia com o volume.

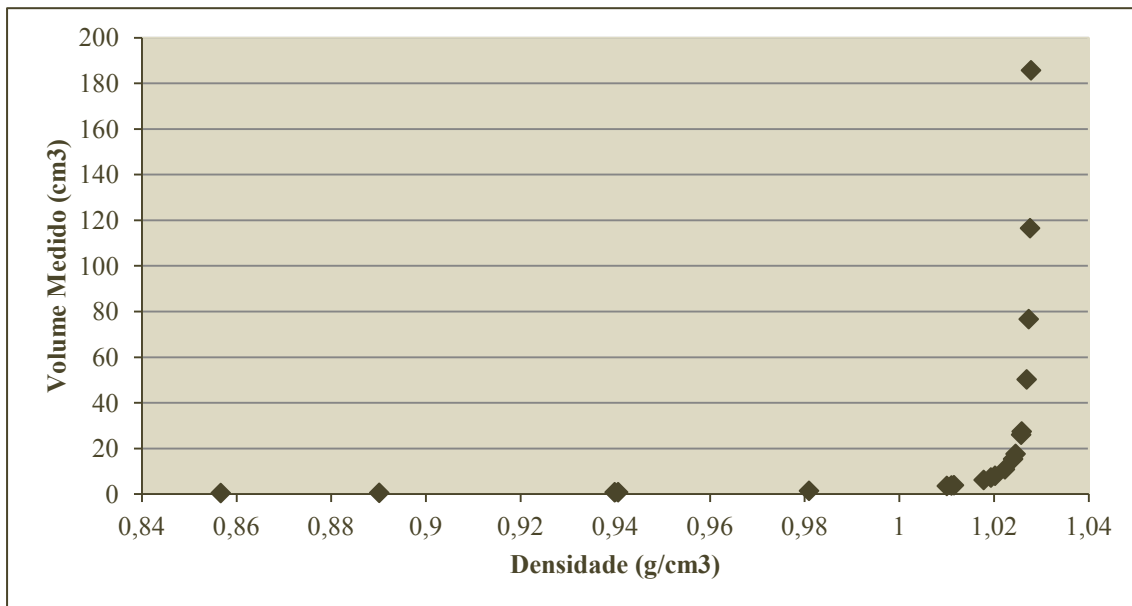


Gráfico 4 - Relação entre o volume medido e a densidade.

A tendência do gráfico 4 foi estimada, pois pretendiase verificar se a aproximação geométrica de considerar o tronco como um cilindro correspondia a uma boa aproximação para avaliar *in loco*, a quantidade de biomassa presente. Essa aproximação produz alguns desvios, especialmente para troncos com diâmetros inferiores a 2 cm de diâmetro.

Contrariamente a essa tendência, restantes dados biométricos obtidos, parecem apresentar uma boa relação entre a densidade e o perímetro dos troncos do *P. undulatum*, ou seja, quanto maior o perímetro dos troncos, maior parece ser a densidade da sua madeira. Refira-se que o conceito de perímetro aqui utilizado é o de comprimento de uma linha fechada em torno do tronco e paralela à horizontal.

De acordo com o gráfico 5, parece existir uma correlação forte entre a massa estimada e a massa real do tronco, sendo possível, em termos práticos, avaliar com alguma sensibilidade a massa presente numa dada área recorrendo apenas a dados biométricos, não se necessitando deste modo de processos sofisticados como por exemplo, balança para a avaliação da massa. A massa estimada foi avaliada pelo

produto da densidade média pelo volume de um tronco, considerado cilíndrico de raio r e altura h .

A relação estatística observada é aproximadamente linear com uma equação de regressão de **Massa Estimada = 3,4517 Massa do tronco – 19,662 (g)** com um o coeficiente de determinação de 0,9783.

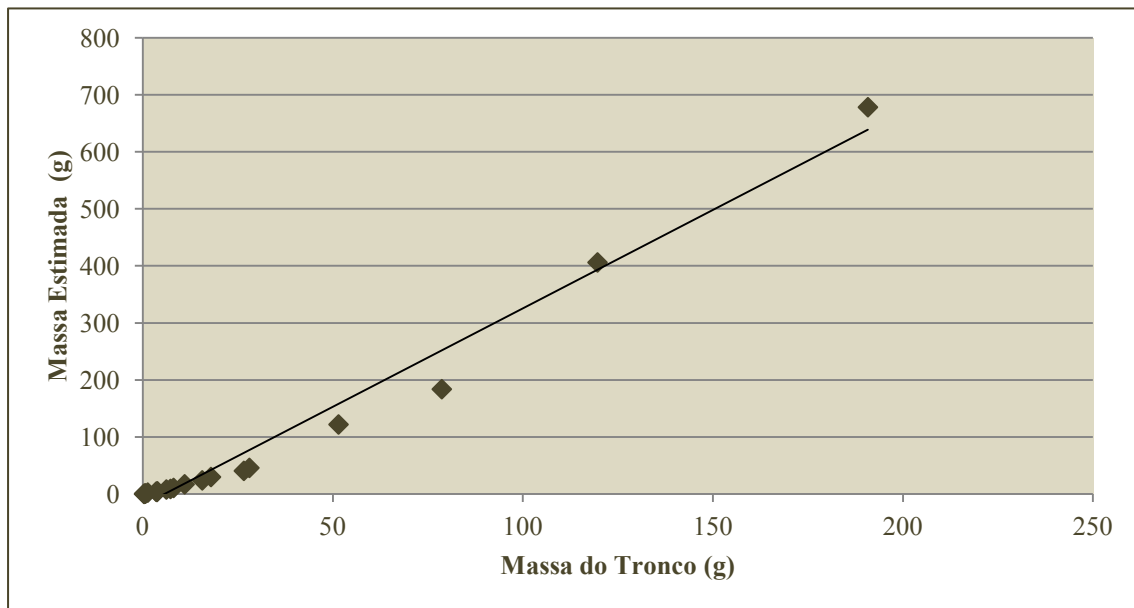


Gráfico 5 – Relação entre a massa estimada e a massa real do tronco.

Mesmo que se considere que no todo, a relação entre a massa estimada e a massa real é uma exponencial, pouco se ganha em termos de precisão. Por outro lado quando os troncos possuem mais do que 25 g de massa, a relação linear aumenta de precisão. Refira-se desde já que essa massa corresponde a amostras de pedaços de tronco que representavam esses mesmos troncos. No esquema seguinte esquematizam-se diferentes formas das amostras de troncos. Tentou-se reproduzir aqui as diferentes formas analisadas.

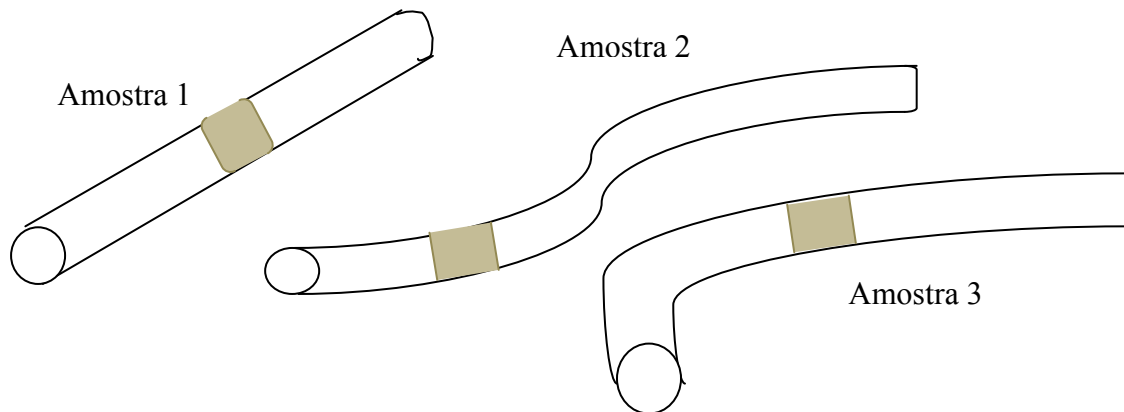


Figura 11 – Exemplo de amostras de troncos.

Em termos teóricos consideraram-se os troncos como sendo cilíndricos e que a proporcionalidade observada entre a massa real das amostras e as nossas estimadas para as amostras eram representativas de todo do tronco. Pretendeu-se ter nas amostras uma representatividade dos diversos troncos de *P. undulatum* da área amostrada.

Relação semelhante foi encontrada entre o volume real e o volume estimado (ver gráfico 6), cuja estimativa pode ser feita através de dados biométricos como por exemplo o diâmetro à altura do peito e a altura da árvore.

O volume estimado foi avaliado pelo produto de $2\pi r^2 h$ (onde r era o raio de cada rodela e h a altura da rodela), enquanto que o volume real foi determinado por picnometria.

A regressão linear encontrada foi **Volume Estimado = 1,4056 Volume real – 2,0636 (cm³)** com um coeficiente de determinação de $R^2 = 0,9937$, como se pode observar na figura seguinte (gráfico 6).

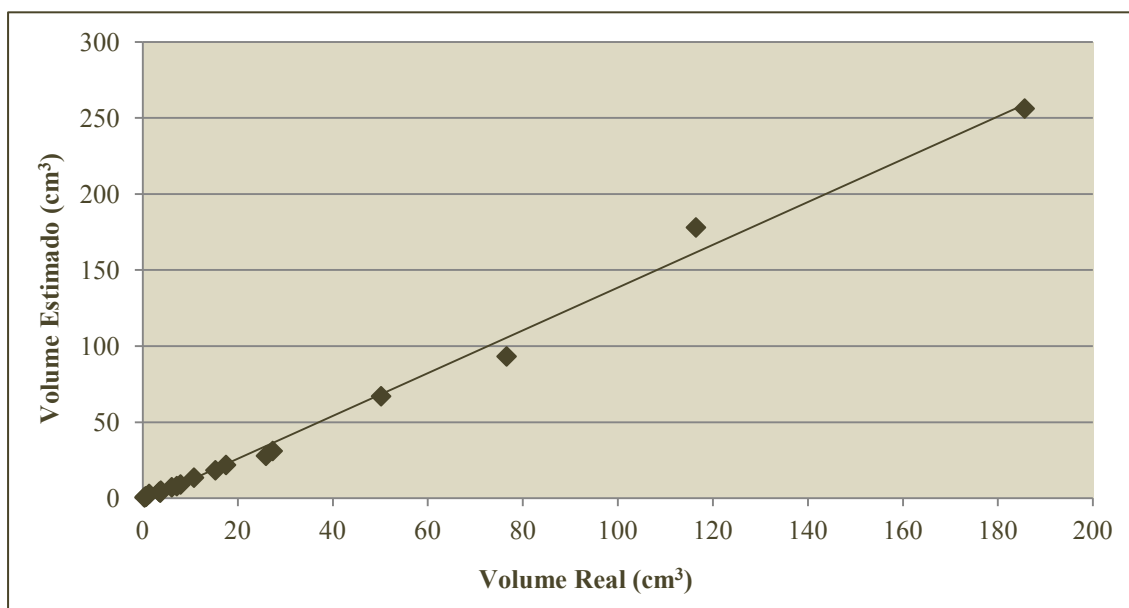


Gráfico 6 – Relação entre o volume estimado e o volume real.

Dos resultados obtidos, tanto da estimativa da massa como da estimativa do volume conclui-se haver sensibilidade necessária da técnica qualitativa (dados biométricos) para avaliar a quantidade de biomassa presente numa parcela, sem recorrer ao abate e pesagem da biomassa através de instrumentos físicos. Também se pode concluir que a densidade dos troncos é praticamente constante. Ora, conhecendo a densidade média da madeira verde de *P. undulatum* e da sua madeira seca, facilmente se pode estimar, quer a massa da madeira seca quer a massa de água incorporada nessa biomassa aquando do corte. Numa valorização energética da biomassa, de espécies como aquela que aqui se refere, há necessidade de encontrar métodos rápidos e expeditos de avaliação da massa disponível para garantir a constância de fornecimento de energia eléctrica por uma central de valorização.

Nos gráficos seguintes (gráfico 7 e 8) apresentam-se outras relações biométricas que reafirmam o que anteriormente se referiu.

O gráfico 7 apresenta a relação observada entre o raio e a massa do tronco. Podemos verificar que existe uma correlação relativamente forte entre esses dois parâmetros, onde o tipo de curva é uma parábola de equação da por **Raio do tronco = - 0,000x² + 0,0565x + 0,5453**, cujo coeficiente de determinação é 0,9756. De facto essa

curva parabólica traduz teoricamente uma proporcionalidade entre a massa e o volume da amostra uma vez que $\rho = \frac{m}{v} \Leftrightarrow \rho v = m \Leftrightarrow \rho \pi r^2 h = m$.

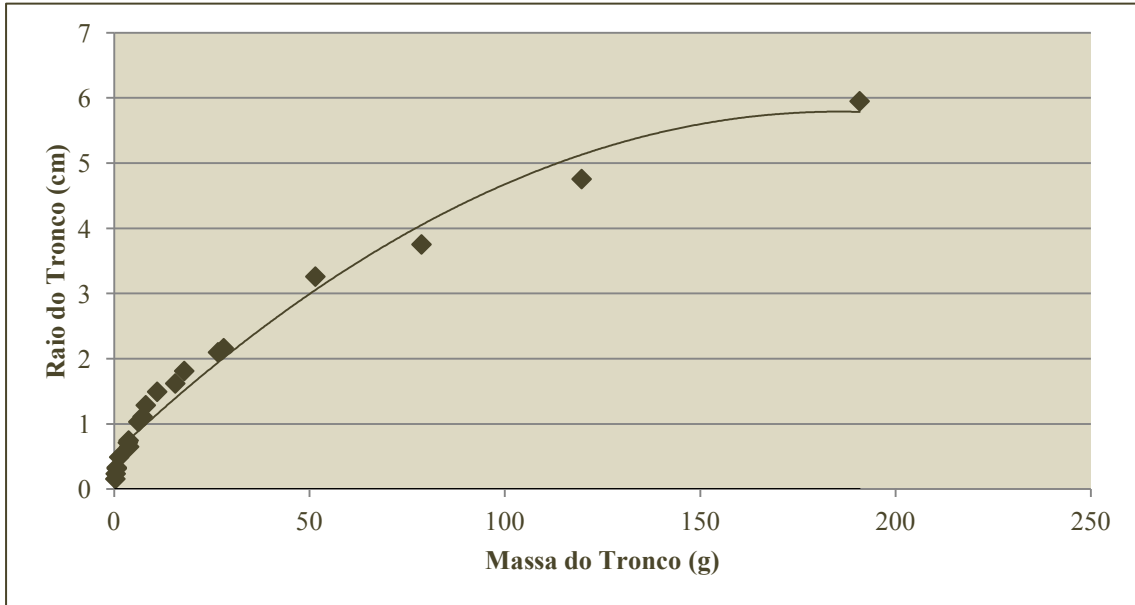


Gráfico 7 – Relação entre o raio e a massa do tronco.

O gráfico 8 apresenta a relação verificada entre o volume estimado e a massa do tronco, indiciando mais uma vez haver uma densidade constante de cerca de $1,3671 \text{ g/cm}^3$, ligeiramente superior à verificada experimentalmente pelo método do picnómetro. O tipo de regressão observada é linear, onde a equação da linha da tendência é dada por **Volume estimado = 1,3671Massa do tronco – 1,9775**, cujo coeficiente de determinação é 0,9937.

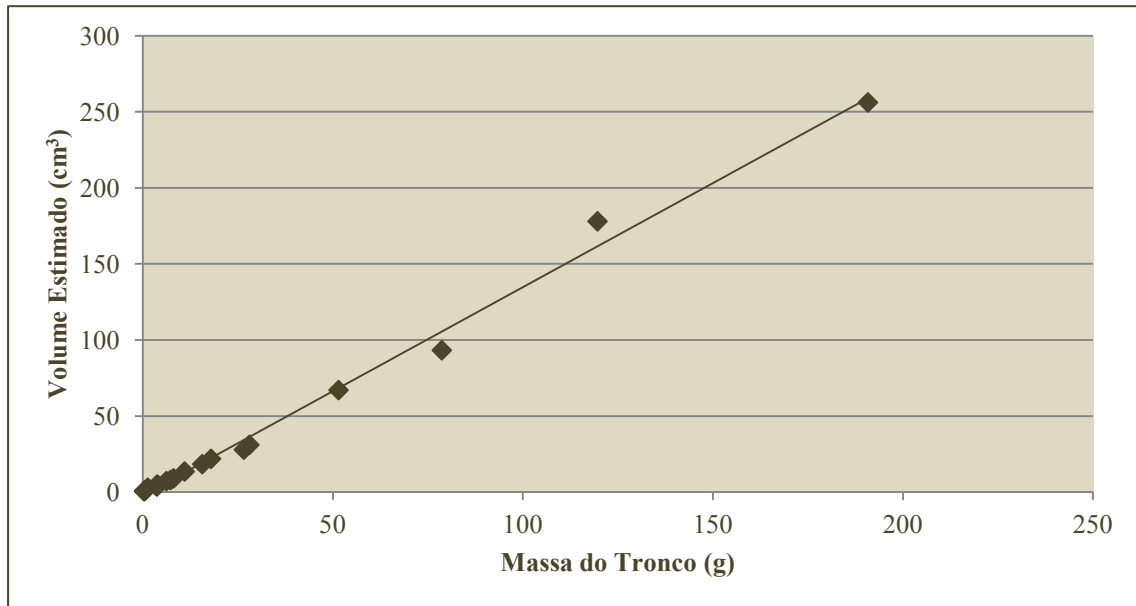


Gráfico 8 – Relação entre o volume estimado e a massa do tronco.

No que diz respeito à medição dos anéis circulares verificou-se que o número de anéis aumenta com o diâmetro do tronco, tal como era expectável, traduzindo um possível aumento do número de anéis com a idade.

Parece haver uma relação entre o número de anéis dos troncos e o seu raio, relação essa que se fosse fiável, permitiria avaliar a idade de cada mancha de *P. undulatum*. Todavia, dado o clima sub-tropical do Arquipélago dos Açores não fica claro se o número de anéis se refere a um crescimento anual ou a um crescimento semestral. De acordo com Parde (1961) a taxa de crescimento de uma espécie lenhosa verifica a equação:

$$\frac{dx}{dt} = g - mx^2 \quad (\text{Expressão 6})$$

Onde $\frac{dx}{dt}$ pode representar a velocidade radial de crescimento, g um factor constante associada a outras características do crescimento da espécie, como por exemplo, o solo, a insolação, a humidade relativa, entre outros, e, x , é neste caso, o raio da planta e o m , uma constante.

As amostras deste estudo não cumprem com esse tipo de relação verificando-se sim uma tendência aparentemente exponencial do número de anéis com o raio dos troncos, cuja expressão é o número de anéis igual a $11,736x^{0,5091}$, com um coeficiente de determinação de $0,7637$ (ver gráfico 9), onde x tem o mesmo significado do dado na equação de Parde (1961).

No gráfico 9, apresenta-se a relação obtida entre o intervalo hipotético de idades estimado possíveis para cada uma das amostras (barra vertical associada à medida), admitindo que um anel tanto pode ser formado num ano como em seis meses pelo facto do clima açoriano não ter estações intermédias vincadas, ou seja, a Primavera e o Outono, tem temperaturas médias próximas, humidades relativas próximas, níveis de precipitação semelhantes e insolação semelhante (Azevedo, 1989). Quer isso dizer que os anéis observados nos troncos do *P. undulatum* tanto se poderão ter formado num ano ou num período de tempo menor. Há que investigar tal dependência, entre o número de anéis e o raio dos troncos, partindo de uma árvore, ou de um conjunto de árvores cuja idade ou de idades estejam perfeitamente estabelecidas.

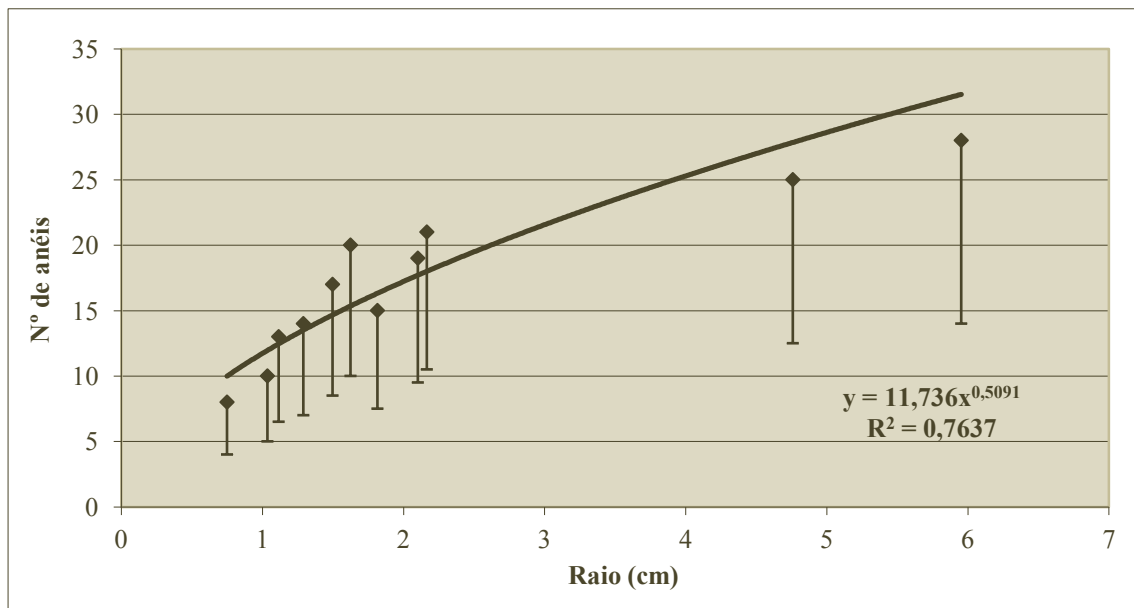


Gráfico 9 – Curva da Evolução da Idade.

É importante que haja uma expressão específica para o crescimento do *P. undulatum* nos Açores, caso se pretenda fazer a valorização energética desta espécie, porque só assim será possível gerir a biomassa de forma a garantir uma produção anual constante de energia eléctrica.

Os resultados obtidos na combustão das amostras, que originaram cinzas, para a determinação do poder calorífico do *P. undulatum*, revelaram que os troncos com casca possuem uma grande percentagem de água relativamente aos troncos sem casca. Isto deve-se à absorção de água entre o tronco e a casca. Diferença semelhante foi observada entre folhas secas (em ambiente natural que transformaram a sua cor de verde em castanho) e folhas verdes (secas em laboratório e que mantiveram a cor verde), cuja explicação se crê estar relacionada com os teores de clorofila. A clorofila tem maior capacidade de armazenar água do que a xantofila. Sendo correcta essa interpretação, para melhorar a valorização energética do *P. undulatum* deve-se retirar toda a casca do tronco. Essa casca necessita de maior tempo de secagem e por outro lado tem menor PCI do que a madeira, podendo-se dar-lhe outro destino que não a valorização energética.

As folhas verdes e secas, ou seja, forçadas artificialmente a perder a água, reabsorvem a humidade. Mais uma vez encontramos uma possível explicação na quantidade de clorofila presente nas folhas, o que significa que essas folhas verdes secas artificialmente não são indicadas para a produção de energia. O mesmo já não ocorre com as folhas secas e expostas ao ar ambiente.

O gráfico 10 apresenta a distribuição estatística normal da percentagem de água presente nas amostras. Verifica-se ser uma distribuição gaussiana de média 8,9% com um desvio-padrão de 1,13%. Podemos observar que 95% das amostras tem percentagens de água que variam entre os 6,7% e os 15,6%.

Essa percentagem de água foi determinada através do quociente da diferença entre a massa húmida e a massa seca a dividir pelo valor da massa húmida.

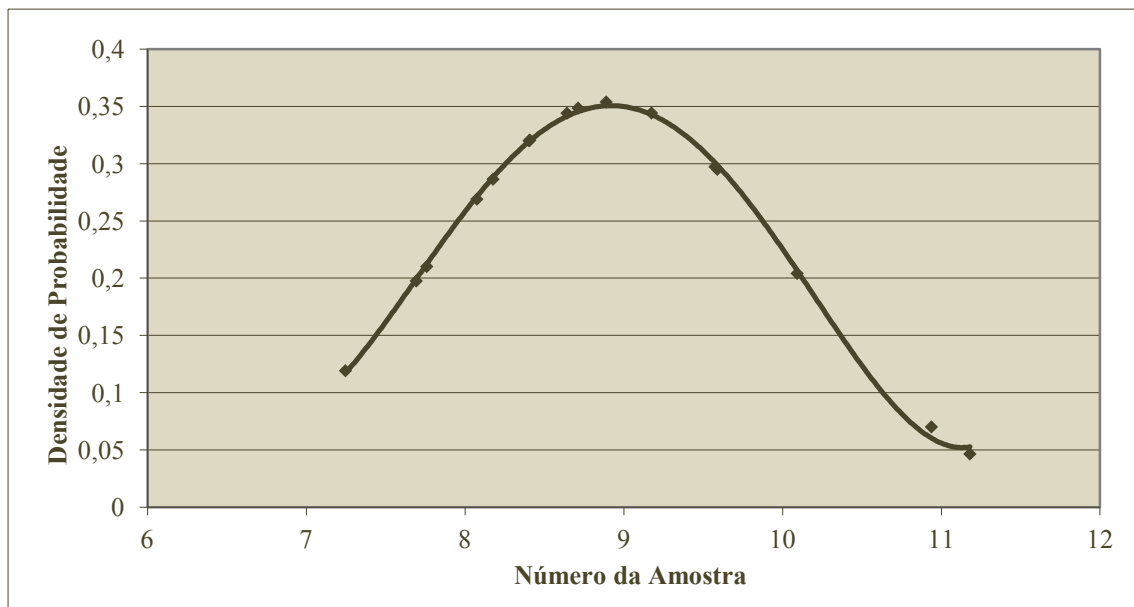


Gráfico 10 - Distribuição Estatística Normal.

Conclui-se que não há grande variabilidade da percentagem de água presente nas amostras, podendo considerar-se para uma estimativa, sem grande perda de rigor, a percentagem média de água nos troncos.

A percentagem de água presente numa amostra faz diminuir o PCS do combustível, uma vez que é gasto calor na sua evaporação. É possível a partir do valor médio de humidade nas amostras, estimar o período de secagem e os ganhos energéticos que resultarão desse processo.

Alguns autores como Sturion & Tomaseli (1990), afirmam que as reduções de humidade por secagem de madeira ao ar livre ou num armazém, podem acrescer o PCS da madeira até 130 % do seu valor sem secagem, representado assim um grande ganho energético. Por outro lado, a secagem da lenha no local de corte, reduz os custos de manuseamento desse biocombustível e do seu transporte desde o local de corte até à central de valorização energética.

Ferreira *et al* (1983), referem que as maiores taxas de secagem de madeira são verificadas na primeira semana após o corte, mantendo-se a partir daí praticamente constantes até à quarta semana.

No gráfico 11 podemos verificar que quanto maior for a espessura do tronco maior quantidade de cinzas produzirá, ou de outro modo, quanto menor a quantidade de cinzas maior é o consumo da lenha na combustão, indicando-nos que o poder energético aumenta com o diâmetro e a dimensão do tronco. Esta interpretação possui muita incerteza, na medida em que foram obtidas poucas séries de pontos que permitam confirmar com uma margem de certeza razoável a interpretação que aqui se faz.

Entende-se neste trabalho por fracturação a maior ou menor divisão das amostras em porções, o que corresponde a uma maior área de exposição ao calor. Assim sendo, classificou-se como grau 1 as amostras cujo raio médio se situava nos 0,16 cm, grau 2, as de raio 0,24 cm, grau 3 com raio médio de 0,32 cm, grau 4, com 0,33 cm, grau 5, com 0,49 cm, grau 6, com 0,65 cm de raio, grau 7 com 0,72 cm, grau 8 com 0,75 cm, grau 9 com 1,03 cm, grau 10 com 1,11 cm e por fim grau 11 com 1,3 cm.

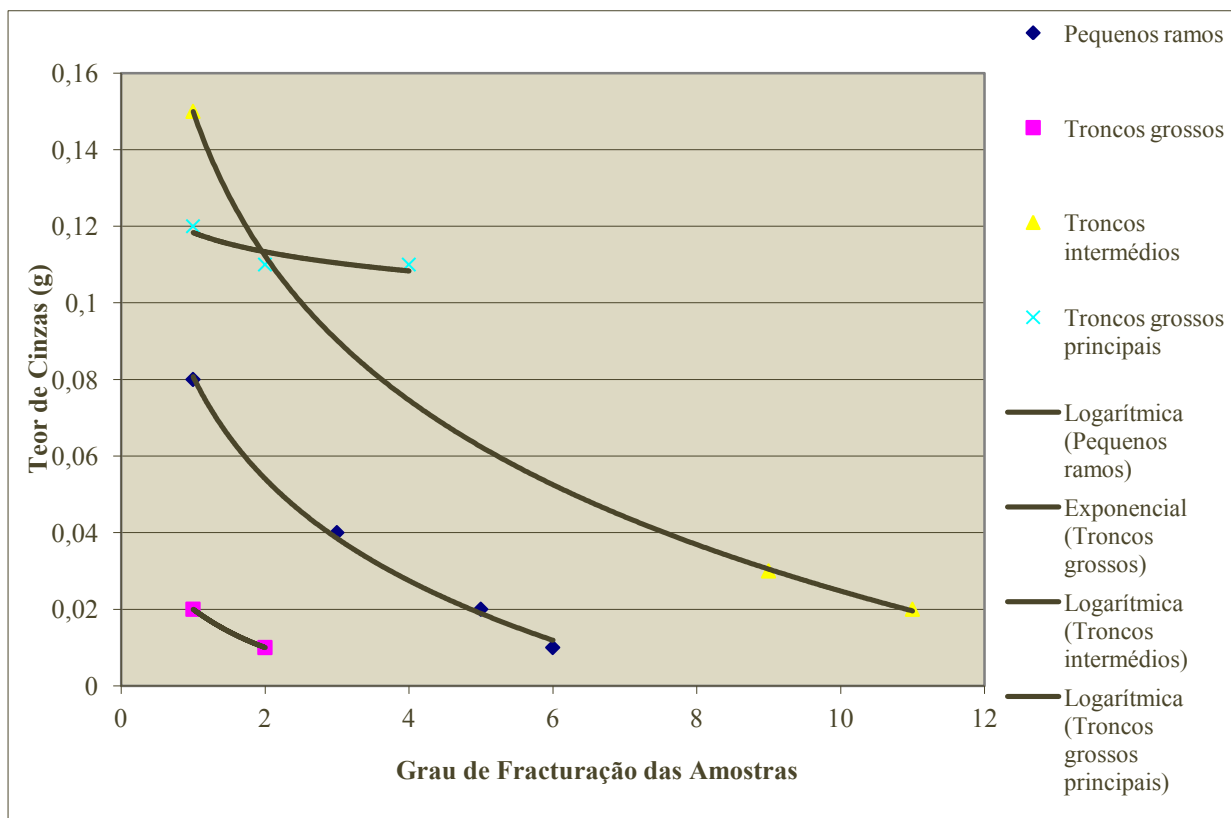


Gráfico 11 – Variação do teor de cinzas com o grau de fracturação das amostras.

As folhas verdes secas artificialmente, as folhas secas, o tronco com casca e a casca libertaram maiores teores de água do que as restantes amostras, tal como anteriormente se referiu. Assim sendo, algumas das tendências observadas no gráfico anterior, podem não dever-se aquilo a que se denominou de grau de fracturação, mas sim á humidade contida no interior do tronco. Não houve possibilidade de testar essa hipótese.

A percentagem de cinzas nas nossas amostras variou entre 0% e 8,4%. Os materiais que mais cinzas produziram foram as folhas verdes ou castanhas e a casca, com cerca de 8,4% do seu peso em cinzas.

Os materiais voláteis presentes nas amostras correspondem em massa a cerca de 68% da madeira queimada, com um desvio-padrão de 1,83%. O carbono fixo correspondeu cerca de 29,12% e o desvio-padrão que lhe estava associado foi de 0,73%.

De acordo com o gráfico 12, que apresenta a variação da percentagem das substâncias constituintes da madeira do *P. undulatum* em função do raio dos troncos, podemos observar que a percentagem de cinzas mantém-se mais ou menos constante bem como a percentagem dos materiais voláteis, a percentagem do carbono fixo e a percentagem de água. Os materiais voláteis apresentaram valores mais baixos na casca e por consequência também maior percentagem de cinzas.

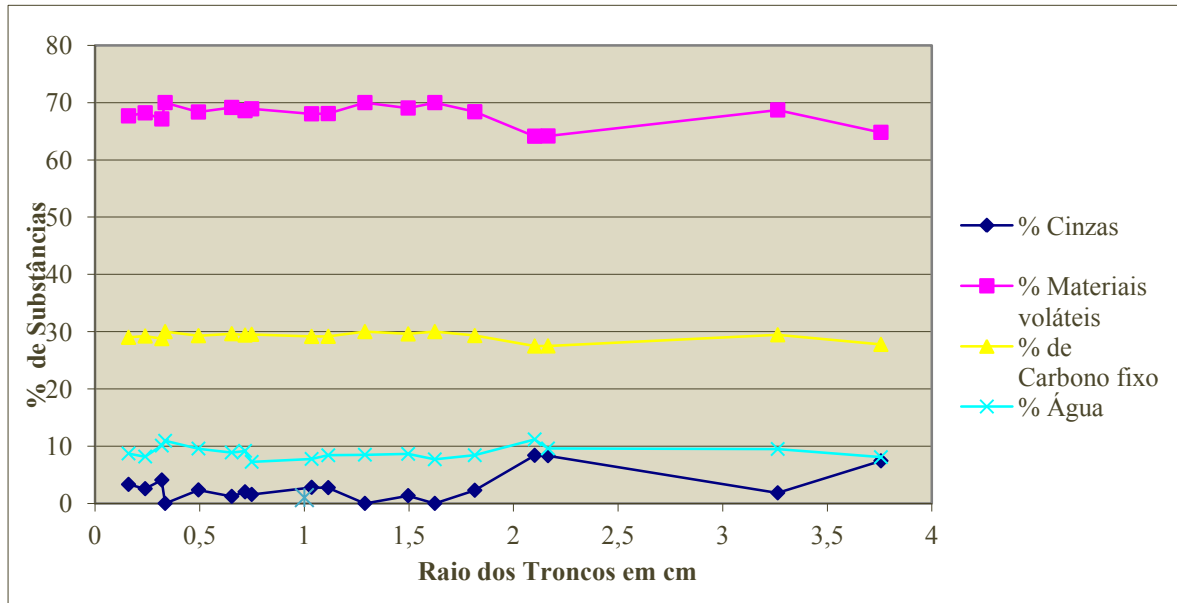


Gráfico 12 - Variação da percentagem das substâncias constituintes da madeira *P. undulatum* em função do raio dos troncos.

Determinou-se a percentagem média e o desvio-padrão dos teores de carbono, oxigénio, hidrogénio e azoto contido nas amostras. As amostras contêm uma média de 13,4% de carbono com um desvio-padrão de 13%. A percentagem de oxigénio contida nas amostras é de 11,57% com um desvio-padrão de 11,24%. A percentagem média de hidrogénio é de 1,63% e o desvio-padrão de 1,58%. E por fim, a percentagem de azoto é praticamente idêntica à percentagem das cinzas. Facilmente se verifica, através do gráfico anterior que o desvio-padrão é sensivelmente idêntico à média, o que significa existir uma grande variabilidade percentual da composição das amostras. Apesar da densidade de cada um dos ramos estudados ser praticamente idêntica a sua composição química parece ser heterogénea. Tal facto também poderá relacionar-se com o que se representou no gráfico 11, onde parecia ser nítida a influência do grau de fracturação no teor de cinzas. Assim sendo, a dimensão da amostra a valorizar energeticamente pode ter influência no calor recuperado.

Essa questão necessita de ser melhor investigada.

Quanto ao cálculo do Poder Calorífico Inferior (PCI), os níveis de enxofre foram desprezados uma vez que não foi possível determiná-los. No tratamento de dados foram retirados 5 dados que corresponderam a valores de cinzas praticamente nulos e que tal parece dever-se a erros experimentais.

A média do PCI do *P. undulatum* determinada situa-se nos 7,65 MJ/kg. O PCI dos troncos grossos é o mais elevado, situando-se entre os 13,5 e os 19,8 MJ/kg. Todavia os troncos pequenos com pouco diâmetro possuem valores do PCI muito baixos. Num contexto de valorização energética do *P. undulatum* deve-se atender essencialmente aos troncos com raio superior aos 2 cm, de modo a otimizar a produção de energia.

De acordo com os cálculos aqui apresentados usando o PCI e a estimativa de madeira seca de Lourenço *et al.*, (2011), estima-se que o total anual de energia disponível na ilha Terceira se situe entre os 5 GWh e os 12,8 GWh. Essa grande variabilidade deve-se essencialmente à opção por valorizar troncos pequenos ou troncos grandes. Os troncos pequenos possuem baixos PCI, enquanto que os troncos de maior diâmetro possuem PCI mais elevados do que os primeiros, chegando a ser mais do dobro, com percentagens da mesma ordem de grandeza das referidas por Sturion & Tomaseli (1990). A dimensão dos troncos, na libertação de energia química, tanto poderá estar relacionada com a água que estes absorvem como com a composição química de cada um deles.

Quanto mais velho é um tronco maior é a possibilidade de encontrarmos compostos orgânicos diferentes. Este facto poderá explicar as diferenças de PCI observados.

Os valores médios previstos para a ilha Terceira por Lourenço *et al.* (2011), são de 11,0 GWh que está em perfeita concordância com os resultados aqui apresentados. Tal poderá representar em termos de produção de energia eléctrica da ilha entre 2,6% e 6,7% da electricidade actualmente consumida anualmente na ilha Terceira.

Com base nos dados obtidos e a bibliografia consultada, podemos concluir que parece ser economicamente viável usar a biomassa do *P. undulatum* para a produção de energia, se em simultâneo for estabelecida uma estratégia de combate a essa espécie.

6. 4. APLICAÇÃO DA ANÁLISE SWOT AO CASO DE ESTUDO

Os dados obtidos, bem como a consulta bibliográfica realizada, permitiram elaborar uma matriz onde estão sintetizados os pontos fracos, os pontos fortes, as oportunidades e ameaças da utilização da biomassa do *P. undulatum* da ilha Terceira para a produção de electricidade.

6.4.1. ANÁLISE INTERNA

Nesta etapa, importa identificar as forças e fraquezas, ou seja, o ambiente interno, para fazer face às solicitações do ambiente externo.

Quadro 9 - Análise interna dos pontos fortes e dos pontos fracos da utilização da biomassa de *P. undulatum* da ilha Terceira para a produção de electricidade.

Análise Interna	
S (<i>Strengths</i>) Pontos Fortes	W (<i>Weaknesses</i>) Pontos Fracos
Disponibilidade e abundante de Biomassa (<i>P. undulatum</i>).	Necessidade de investimento elevado se não forem utilizados sistemas de valorização já existentes ou a instalar.
Diversificação das fontes de energia renováveis na ilha Terceira.	Necessidade de armazéns para secagem de lenha.
Consciência crescente da importância das fontes de energia renováveis, reforçada com o aumento do preço do petróleo.	Falta de conhecimento sobre exploração de biomassa florestal (disponibilidades, modelos, métodos de exploração, rentabilidade, etc).
Criação de riqueza na área energética, diminuindo a necessidade de importar energia.	Logística de recolha e transporte dispendiosa se os terrenos forem declivosos.
Aproveitamento dos recursos endógenos.	Falta de experimentação e ensaio a uma escala maior do que a escala laboratorial.
É um combustível renovável, fácil de queimar e mais limpo do que os combustíveis fósseis.	Podem surgir conflitos no que se refere à propriedade do <i>P. undulatum</i> , se público ou privado. Necessidade de múltiplos acordos entre agentes públicos e privados.
Contribuição para a diversificação das fontes nacionais de energia e contribuição para que Portugal atinja as metas estabelecidas para a redução de emissões no âmbito do protocolo de Quioto.	Dificuldades de alteração do regulamento de resíduos que pressupõe negociações nacionais e Europeias, uma vez que há imposições legais que derivam do facto de Portugal pertencer à União Europeia.
Possibilidade de valorização energética utilizando o sistema de valorização energética de resíduos a instalar na ilha Terceira desde que ocorram algumas alterações na legislação em vigor.	

6.4.2. ANÁLISE EXTERNA

Nesta etapa da análise, importa identificar os focos de oportunidades e ameaças que o meio envolvente proporciona ao aproveitamento da biomassa do *P. undulatum* na produção de electricidade.

Quadro 10 - Análise externa das oportunidades e ameaças da utilização da biomassa de *P. undulatum* da ilha Terceira para a produção de electricidade.

Análise Externa	
O (<i>Opportunities</i>) Oportunidades	T (<i>Threats</i>) Ameaças
Redução dos Gases de Efeito de Estufa (GEE).	Concorrência ao nível do mercado das diversas fontes de energias renováveis.
Redução da dependência energética do petróleo.	Custos logísticos que podem ser elevados em comparação com outras fontes de energia renováveis (recolha, transporte e transformação).
Conjuntura política internacional e comunitária favorável à promoção das fontes de energia renováveis, reforçada pelo aumento do preço do petróleo e pelos imperativos ambientais.	Posição monopolista da produção de energia eléctrica.
Consciencialização política crescente do valor e das oportunidades oferecidas pela biomassa nas áreas da energia e ambiente.	Desconhecimento do papel do <i>P. undulatum</i> na protecção natural contra erosão, produção de mel ou outros serviços ambientais pouco conhecidos.
Existência de uma política energética nacional e europeia que prevê a existência de incentivos fiscais, tarifas fixas e subsídios ao investimento.	Corte de <i>P. undulatum</i> pode levar ao aparecimento de outras infestantes que ocupam o seu lugar.
Existência de tecnologias que permitem a implementação de projectos, para algumas operações, desde a recolha à conversão energética.	Ambiguidade das decisões se erradicação da infestante ou produção de biomassa utilizando a espécie.
Controlo da espécie invasora.	Possibilidade de produção intensiva da infestante se esta for economicamente valorizada.
Recuperação e reabilitação dos ecossistemas e das comunidades endémicas.	Diminuição da qualidade do ar no local de instalação da central de valorização energética.
Único recurso energético renovável considerado como emissor neutro de CO ₂ .	
Criação de emprego.	

A Análise SWOT permitiu analisar as potencialidades e debilidades da utilização da biomassa do *P. undulatum* na produção de electricidade na ilha Terceira. Através desta análise podemos verificar que os aspectos a favor do aproveitamento da espécie invasora são a garantia de venda do produto do final (electricidade), o controle da expansão do *P. undulatum*, a criação de emprego, contribuindo igualmente para a economia sustentável da ilha, como também para a redução da dependência energética dos combustíveis fósseis. Quanto aos aspectos negativos, apresenta-se contra o aproveitamento da biomassa, os custos de recolha, transporte e produção, a concorrência ao nível do mercado das diferentes fontes de energias renováveis e a falta de conhecimento e desenvolvimento tecnológico a nível de equipamento para recolha, transporte e transformação do produto em electricidade.

Na combustão de biocombustíveis a quantidade de CO₂ libertada equivale à quantidade retirada do ar durante o crescimento da biomassa nos anos anteriores, o que significa que se considera um emissor neutro de CO₂. O mesmo já não acontece, por exemplo, na Central Termoeléctrica de Belo Jardim, pois de acordo com o RNT (Ecoprogresso, 2007), afirma-se que existem quantidades significativas de poluentes atmosféricos já descritos anteriormente resultantes da queima dos derivados os combustíveis fósseis. Os valores registados nas medições de monitorização do RNT em 2006, são mais elevados do que os valores-limite definidos pela Portaria nº 286/93 de 12 de Março. Por outro lado, a queima de biomassa não evita a emissão de partículas de fuligem ou outros tipos de aerossóis ou mesmo gases como dióxido de carbono, monóxido de carbono ou dióxido de enxofre. Em termos globais, não contribui para a emissão de gases de efeito de estufa, havendo mais valias nesse aspecto no que se refere ao mercado de carbono. Os problemas da qualidade do ar são quase idênticos aos de uma central termoeléctrica, todavia, não haverá emissão de compostos derivados do petróleo, conhecidos como cancerígenos.

Ainda de acordo com o RNT da Central Termoeléctrica do Belo Jardim (Ecoprogresso, 2007), os óxidos de azoto são sem sombra de dúvida o poluente mais crítico, sendo que o valor medido se encontra bastante acima da legislação em vigor. No caso de uma central de valorização de biomassa, esses níveis são substancialmente mais baixos.

Será importante definir zonas de propagação para esta espécie, seleccionando, ao mesmo tempo, zonas favoráveis intensamente invadidas por *P. undulatum*, em que se procedesse à gradual substituição por exemplo da espécie *P. indica*, havendo nesse caso todo um conjunto de vantagens para a economia e para o ambiente, tal como sugerem Cordeiro & Silva (2005).

Nesta dissertação referimo-nos apenas à utilização do *P. undulatum* para a produção de electricidade, no entanto, no futuro poderá investigar-se a viabilidade económica e ambiental do aproveitamento de outras plantas invasoras, tais como a espécie *Hedychium gardnerianum*, mais conhecida por conteira, que de acordo com Silva *et al.* (2008), é uma espécie considerada invasora que se encontra em constante expansão nos Açores, com acentuada presença na Ilha Terceira, onde já se torna preocupante a sua propagação, havendo indícios da sua existência em pequenas clareiras no meio de grandes áreas de floresta nativa inalterada.

A utilização de produtos variados da actividade agrícola, tais como, os resíduos de culturas agrícolas, efluentes domésticos e agro-pecuários e resíduos de indústrias agro-alimentares (lacticínios e matadouro), poderão igualmente contribuir para a produção de energia eléctrica da ilha Terceira, uma vez que a actividade económica principal da ilha é assente na exploração agrícola. Assim sendo, a perspectiva integrada de valorização desses resíduos pode constituir-se gradualmente numa diminuição da dependência energética da ilha face ao exterior.

7. CONCLUSÕES

Procurou-se neste trabalho dar um contributo para o conhecimento das energias renováveis e das opções disponíveis do aproveitamento energético da biomassa do *P. undulatum*.

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

A altura do corte do *P. undulatum* pode ter influência na rebentação posterior dos indivíduos. Os indivíduos com menor altura de corte são os que possuem maior número de rebentos vegetativos.

Neste estudo, verificou-se que os indivíduos com menor diâmetro de tronco, tiveram maior rebentação quer de touca quer de raiz em relação aos indivíduos de maior diâmetro.

O *P. undulatum* possui intensa regeneração de troncos e raízes, além de ter um razoável valor de PCI da sua madeira, o que o torna num bom candidato para valorização energética.

No que diz respeito ao teor de cinzas das amostras, verificou-se que o tronco com casca possui uma grande percentagem de água e origina uma significativa quantidade de cinzas. Essa capacidade de absorção de água está provavelmente associada a efeitos de superfície entre casca e o tronco. Neste contexto, para otimizar a valorização energética do *P. undulatum* deve-se retirar toda a casca do tronco e deve-se valorizá-la de outro modo.

O valor médio do PCI do *P. undulatum* é aproximadamente 7,65 MJ/kg. O PCI dos troncos grossos é o mais elevado, situando-se entre os 13,5 MJ/kg e os 19,8 MJ/kg. Porém, os troncos pequenos, possuem valores do PCI muito baixos. No contexto de valorização energética do *P. undulatum* deve-se atender particularmente aos troncos com raios superiores aos 2 cm.

Com base nos cálculos efectuados para ilha Terceira estima-se que o total anual de energia disponível pela biomassa do *P. undulatum* situa-se entre os 5 GWh e os 12,8

GWh. Estes valores poderão representar em termos de produção de energia eléctrica entre 2,6% e 6,7% da electricidade actualmente consumida na ilha.

Os valores de PCI obtidos neste trabalho encontram-se dentro dos parâmetros referidos na bibliografia para materiais lenhosos.

De acordo com a Análise SWOT realizada podemos afirmar que os aspectos a favor do aproveitamento energético da espécie invasora são a garantia de venda do produto do final (electricidade) e simultaneamente o controle da expansão do *P. undulatum*, a criação de emprego, como também a redução da dependência energética dos combustíveis fósseis. Os aspectos negativos, contra o aproveitamento dessa biomassa, são os custos de recolha e transporte do mesmo, bem como potenciais desvios aos princípios subjacentes a uma lógica de sustentabilidade.

O aproveitamento da biomassa do *P. undulatum* pode contribuir na resolução de problemas associados à emissão de gases com efeito de estufa e podemos concluir que a utilização da madeira para a produção de energia oferece menores problemas de poluição quando comparada com a produzida por combustíveis fósseis, tendo em conta que esta possui um baixo teor de NO_x. Outro factor favorável ao uso da biomassa como combustível é a emissão de CO₂, uma vez que a queima da biomassa é recompensada pela absorção do plantio da nova biomassa.

A gestão adequada do *P. undulatum* exigirá uma coordenação a nível regional ou de ilha, devendo dar-se prioridade a alguns locais para a sua remoção, tendo em conta a preservação e recuperação das comunidades invadidas, a substituição na floresta mista e a utilização do seu potencial energético. Apesar desses princípios não resultarem dos dados desta tese, não ficou provado que estes não sejam válidos com princípio geral.

A Biomassa lenhosa do *P. undulatum* revela-se adequada para os processos de combustão e produção de energia pelo seu PCI, para tal há que estabelecer estratégias de gestão para stock ou armazenamento, que permita com alguma eficácia remover o teor de humidade contido na madeira verde.

Deve-se afirmar desde já que uma cultura intensiva de *P. undulatum* para a produção de biomassa ou outros fins, não será ambientalmente correcta e que pode trazer consequências intoleráveis para a conservação da biodiversidade, como já foi

feito no passado com outras monoculturas (por exemplo, cereais, pastos). O objectivo deste trabalho foi procurar estratégias alternativas de gestão que pudessem levar a uma redução permanente da área actualmente ocupada por *P. undulatum*, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da ilha.

Futuros estudos poderão descrever com mais pormenor a produção de biomassa para valorização energética, sendo necessárias mais investigações neste âmbito, com mais ensaios experimentais. Novas metodologias poderão ser adoptadas como instrumentos de apoio à gestão e estabelecimento de cenários futuros na distribuição do *P. undulatum* em áreas para fins diferentes como por exemplo, em reservas naturais onde este deve ser controlado e, se possível, substituído por espécies endémicas como é o caso do Monte Brasil. Por outro lado há que perceber o modo como a erradicação de uma espécie considerada infestante pode ser substituída por espécies endémicas ou outras espécies invasoras. Não é óbvio que o corte de uma invasora dê origem a um espaço de crescimento ou ocupação por plantas endémicas. Também não é óbvio que a plantação de plantas endémicas em locais onde se erradicou o *P. undulatum*, permita a sua sobrevivência.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Açoriano Oriental (2011, 17 de Fevereiro). *Parque Eólico da Serra do Cume foi o que mais produziu a nível mundial*. Acedido a 20 de Setembro de 2011, In: <http://www.acorianooriental.pt/noticias/view/213689>.

Agência Portuguesa do Ambiente & Centro de Sistemas Urbanos e Regionais do Instituto Superior Técnico. (2008). *Relatório do Estado do Ambiente 2007*. Agência Portuguesa do Ambiente. Amadora.

Agostinho, J. (1949). O Monte Brasil. Esboço Menográfico. *Açoreana*, 4 (4): 344-354.

Anastácio, D.; Santos, C. & Leite, A. (2005). Enquadramento na política florestal nacional da valorização da biomassa florestal como energia alternativa. *Actas do 5º Congresso Florestal Nacional*. Instituto Politécnico. Viseu. 16 a 19 de Maio de 2005.

Ázera, S. (2000). *Ecologia das Plantas Espontâneas nas Pastagens da Zona Nordeste da Ilha Terceira*. Relatório de Estágio de Licenciatura. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Azevedo, E. B. (1989). *O Clima e a Água na Ilha Terceira – Contributo para a Determinação do Balanço Hídrico*. Angra do Heroísmo, Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias, Terra Chã.

Barros, S. V.; Nascimento, C. C.; Azevedo, C.P.; Pio, N.S. & Costa, S.S. (2009). Avaliação do potencial energético das espécies florestais *Acacia auriculiformis* e *Ormosia paraensis* cultivadas no município de Iranduba/Amazonas. *Madera y Bosques*, 15 (2): 59-69.

Baruch, Z.; Pattison, R. & Goldstein, G. (2000). Responses to light and water availability of four invasive Melastomataceae in the Hawaiian Isalans. *International Journal of Plant Sciences*, 161: 107-118.

Bernoider, E. (2002). “Factors in SWOT analysis applied to micro, small-to-medium, and large software enterprises: an Austrian Study” in *European Management Journal*, 20 (5): 562-573.

Braga, T.; Tavares, C. & Pinho, H. (2010). *Educar para a Energia*. Amigos dos Açores – Associação Ecológica. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.

Brito, J.; Ferreira, M. & Barrichelo, L. (1978). Correlações entre estatísticas físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal. II. Densidade Básica da madeira x Densidade Aparente do carvão – Perspectivas de melhoramento. *Boletim Informativo*, ESALQ/USP: Piracicaba, **6** (16): 1-9.

Briane, D. & Doat, J. (1985). *Guide technique de la carbonisation: la fabrication du charbon de bois*. Aix-en-Provence, ÉDISUD. 180 pp.

Cardigos, F. (2008). As espécies invasoras num arquipélago especialmente sensível. In: Silva L, E Ojeda Land & JL Rodríguez Luengo (eds). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*: 17-18. ARENA, Ponta Delgada.

CBE - Centro da Biomassa para a Energia. (2004). *Quantificação da Biomassa Florestal e Animal nos Açores, tendo em vista o seu Aproveitamento Energético*. CBE, Miranda do Corvo.

Cordeiro, N. & Silva, L. (2005). *Caracterização das Manchas Florestais da Ilha Graciosa*. XI expedição científica do Departamento de Biologia Graciosa 2004. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores. Ponta Delgada. Rel. Com. Dep. Biol. **32**: 109-118.

Cordeiro, N.; Silva, L.; Illas, X. & Martinez, A. (2005). *Distribuição e abundância de *Pittosporum undulatum* ventenat na Ilha do Pico (Açores)*. XII Expedição Científica do Departamento de Biologia. Pico. Rel. Com. Dep. Biol. **34**: 235-244.

Cunha, M.P.; Pontes, C.; Cruz, I.A.; Cabral, M.T.; Cunha Neto Z.B.; & Barbosa, A.P. (1989). Estudo químico de 55 espécies lenhosas para geração de energia em caldeiras. In: *3º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira: Anais*, **2**: 93-121, São Carlos.

DGEG/MEI (2008). *Balanços energéticos*. Direcção-Geral de Geologia e Energia, Ministério da Economia e Inovação. Lisboa.

Dias, E. (1989). Carta da Vegetação da Ilha Terceira. *Actas das 1^{as} Jornadas Atlânticas de Protecção do Meio Ambiente*. Secretaria Regional do Turismo e Ambiente, Direcção Regional do Ambiente. Angra do Heroísmo. 25 a 27 de Janeiro de 1989.

Dias, E. (1996). *Vegetação Natural dos Açores*. Dissertação de Doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo. 302 pp.

Dias, E.; Pereira, D.; Medeiros, V.; Mendes, J. & Elias, R. B. (2007). Distribuição das principais manchas florestais dos Açores. In: Silva, J.S. (ed). *Árvores e Florestas de Portugal – Açores e Madeira*, Capítulo 6: 299-336. Público, Comunicação Social, SA. Lisboa.

Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (2001). *Plano Regional da Água, Relatório Técnico*. (Versão para Consulta Pública). Secretaria Regional do Ambiente dos Açores.

Directiva 2001/77/CE, de 27 de Setembro de 2001. Acedido a 3 de Setembro de 2010, In: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:283:0033:0040:PT:PDF>. PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO.

Driesche, J. & Driesche, R. (2000). Nature out of place: Biological invasions on the global age. Washington: *Island Press*.

DRRF, (2007). Avaliação da Biomassa Disponível em Povoamentos Florestais na Região Autónoma dos Açores (Evaluation of Available Biomass in Forestry Stands in the Azores Autonomous Region). *Inventário Florestal da Região Autónoma dos Açores*. Direcção Regional dos Recursos Florestais, Secretaria Regional da Agricultura e Florestas da Região Autónoma dos Açores.

Ecoprogresso (2007). Relatório Não Técnico dos Grupos 5, 6, 9 e 10 da Central Termoeléctrica do Belo Jardim. *EDA – Electricidade dos Açores, S.A.*

EDP – Energias de Portugal, S.A. (2006). *Guia Prático da Eficiência Energética*. Acedido a 20 de Setembro de 2011, In: http://ws.cgd.pt/blog/pdf/guia_edp.pdf.

Evans, A.; Strezov, V. & Evans, T.J. (2010). Sustainability considerations for electricity generation from biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **14**: 1419–1427.

Fallon, P. (2009). Flora of Berowra. Site acedido a 9 de Fevereiro de 2011. <http://floraofberowra.wordpress.com/2009/08/31/pittosporum-undulatum/>.

Faustino, J.L.O. (2006). O valor da paisagem na luta contra a desertificação e despovoamento. *Jornadas Desertificação e Despovoamento*. Acedido a 25 de Setembro de 2011, In: <http://tercud.ulusofona.pt/EventosFAUG/Jornadas/FaustinoJLO.pdf>. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. 20 e 21 de Novembro de 2006. Lisboa.

Ferreira, M.C.; Saraiva, J.C. & Fernandes, P.S. 1983. Variação da humidade da madeira de eucalipto estocada em pátios industriais. *Congresso Florestal Brasileiro*. Belo Horizonte: 779-781.

França, Z.; Cruz, J. V.; Nunes, J.C. & Forjaz, V.H. (2005). *Geologia dos Açores: Uma Perspectiva Actual*. Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores. Ponta Delgada.

Franco, J. (1943). *Dendrologia Florestal*. Imprensa Lucas & C.^a. Lisboa. p 162.

Franco, J. (1971). Nova Flora de Portugal (Continente e Açores). *Lycopodiaceae – Umbelliferae (1)*. Edição do Autor. Lisboa.

Furtado, C. & Braga, T. (2007). *Energias Renováveis nos Açores*. ARENA- Agência Regional de Energia e Ambiente da Região Autónoma dos Açores. Nova gráfica, Lda – Açores. Ponta Delgada.

Gleadow, G. & Ashton, D. (1981). Invasion by *Pittosporum undulatum* of the Forests of Central Victoria. I Invasion patterns and plant morphology. *Australian Journal of Botany*, **29**: 705-720.

Gleadow, G. M., 1982. Invasion by *Pittosporum undulatum* of the forests of Central Victoria. II Dispersal, germination and establishment. *Australian Journal of Botany*, **30**: 185-198.

Goodland, T. & Healey, J.R. (1997). *The invasion of Jamaican montane rainforests by the Australian tree Pittosporum undulatum*. School of Agricultural and Forest Sciences, University of Wales, Bangor.

Grater (2011). *Caracterização sócio-económica*. Acedido a 28 de Setembro de 2011, In: <http://www.grater.pt/verSeccao.aspx?Seccao=10>.

Guerrero, J.R.H. (2011). *Combustíveis*. Grupo de Engenharia Térmica. Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologias e Geociências – Universidade de Pernambuco. Acedido a 10 de Setembro de 2011, In: <http://www.ufpe.br/daee/material/maquinas%20primarias%201/Combust%C3%ADveis.pdf>.

Instituto Nacional de Estatística (2002). *Censos 2001 - Resultados Definitivos*. Acedido a 11 de Setembro de 2011, In: http://paginas.ispgaya.pt/~vmca/Documentos_links/censo2001.pdf

Instituto Nacional de Estatística (2011). *Censos 2011 - Resultados Preliminares*. Acedido a 11 de Setembro de 2011, In: http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=122103956&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554

Jara, E. (1989). *O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

José, H. J. (2004). *Combustão e Combustíveis*. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Energia Química e Engenharia de Alimentos. Acedido a 7 de Setembro de 2011, In: <http://pt.scribd.com/doc/51476778/8/Determinacao-do-Poder-Calorifico#page=13>.

Lockwood, J.; Hoopes, M. & Marchetti (2006). *Invasions Ecology*. Blackwell Publishing, Oxford.

Lopes, M. (2002). *Estudo de Impacte Ambiental – Hotel Lagoa do Fogo, Golf Resort*. Relatório Técnico.

Lourenço, P.; Medeiros, V.; Gil, A.; & Silva, L. (2011). Distribution, habitat and biomass of *Pittosporum undulatum*, the most important woody plant invader in the Azores Archipelago. *Forest Ecology and Management*, **262**:178-187.

Madureira, L. (2011). Valorização da Paisagem. *Seminário – Floresta: Bens Públicos e Serviços Ambientais*. Autoridade Florestal Nacional. Santarém. 6 de Junho de 2011.

Malico, I. (2010). *Energia da Biomassa*. Departamento de Física. Universidade de Évora. Acedido a 13 de Setembro de 2010, In: http://www.parquepeter.org/index.php?q=system/files/Energiadabiomassa_IsabelMalco_PETER.pdf.

Mamphweli, N.S. & Meyer, E.L. (2009). Implementation of the biomass gasification project for community empowerment at Melani village, Eastern Cape, South Africa. *Renewable Energy*, **34**: 2923–2927.

Mendes, C. & Dias, E. (2001). *Ecologia e Vegetação das Turfeiras de Sphagnum spp. Da Ilha Terceira (Açores)*. *Cadernos de Botânica n° 5*. Herbário da Universidade dos Açores (AZU). Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

Mendes, J. (2008). *Um Olhar Insular. A Caminhada e o Futuro Energético do Homem*. AREAM – Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira.

Moreira, J.M. (1987). *Alguns aspectos da intervenção humana na evolução da paisagem da ilha de S. Miguel (Açores)*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, Lisboa, 83 pp.

Noble, I. (1989). Attributes of invaders and the invading process. In Drake, J., H. Mooney, F. Di Castri, R. Groves, F. Kruger, M. Rejmánek & M. Williamson (eds). *Biological Invasions – A global perspective*. pp 301-314. John Wiley & Sons, Chichester.

Nunes, P. (2008). *Conceito de Análise SWOT*. Acedido a 4 de Setembro de 2010, In: <http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/analiseswot.htm>.

Oliveira, B. (1982). Produção de carvão vegetal: aspectos técnicos. In *Produção e utilização de carvão vegetal*. CETEC, MG: 61-73.

Oliveira, F. (2008). *A Energia da Biomassa*. AREAM – Agência Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira.

Palma, F.M. (2009). *As Energias Renováveis em Portugal*. Banco Espírito Santo. Acedido a 24 de Setembro de 2011, In: <http://www.bes.pt/sitebes/cms.aspx?plg=43ae7b38-b438-4b3c-87fe-013fd6c443c7>.

Parde, J. (1961). *Dendrometrie*. Imprimiere Louis – Jean. Nancy, França.

Pinheiro, J. V. (1990). *Estudo dos Principais Tipos de Solos da Ilha Terceira (Açores)*. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias. Departamento de Ciências Agrárias - Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Pinheiro, P.; Santos, S. & Maia, N. (2010). *Dinâmica da Inovação e Competitividade das Empresas*. Departamento Economia, Gestão e Engenharia Industrial. Universidade de Aveiro.

PDM – Plano Director Municipal da Praia da Vitória. (2006). Decreto Regulamentar Regional nº 11/2006/A. Acedido a 2 de Setembro de 2010, In: http://www.cmpv.pt/ficheiros/pdfs/info_regulamentar/139.pdf.

Portal da Biodiversidade. Acedido a 7 de Fevereiro de 2011, In: <http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/listagens.php?lang=pt&pesquisar=pittosporum undulatum&sstr=4&id=F00271&dis=terceira>

Portal do Governo dos Açores. (2011). *Comparação entre os Preços dos Combustíveis nos Açores e no Continente*. Acedido a 14 de Fevereiro de 2011, In: <http://www.azores.gov.pt/Portal/pt/entidades/pgra/livres/Comparação+entre+os+Preços+dos+Combustíveis+nos+Açores+e+no+Continente.htm>.

Portal Energias Renováveis. (2011). *Vantagens e Desvantagens das Energias Renováveis*. Acedido a 24 de Setembro de 2011, In: <http://www.portal-energia.com/vantagens-e-desvantagens-das-energias-renovaveis/>.

Quirino, W.F.; Vale, A.T.; Andrade, A.P.; Abreu, V.L. & Azevedo, A.C. (2005). Poder calorífico da madeira e de materiais lignocelulósicos. *Revista da Madeira*, **89**: 100-106.

Ragland, K.W., Aerts, D.J. & Baker, A.J. (1991). Properties of wood for combustion analysis. *Bioresource Technology*, **37**: 161–168.

Ramakrishnan, P. (1991). Biological invasions in the tropics: an overview. In Ramakrishnan, P. (edi). *Ecology of Biological invasions in the tropics*. pp 1-19. International Scientific Publications. New Delhi.

Reichard, S. (1997). Prevention of invasive plant introductions on national and local levels. In Luken, J. & J. Thieret (eds). *Assessment and management of plant invasions*. pp 215-227. Springer. New York.

Rejmánek, M. (1995). What Makes a species invasive? In Pysek, P. K PrachM Rejmánek & M Wade (eds). *Plant Invasions – General aspects and Special Problems*. pp 3-13. SPB Academic Publishing. Amsterdam.

Richardson, M.; Pysek, P.; Rejmánek, M.; Barbour, M.; Panetta, F. & West, C. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, **6**: 93-107. Blackwell Science Ltd.

Richardson, D. 2006. Pinus: a model group for unlocking the secrets of alien plant invasions?. *Preslia*, **78**: 375-388.

Rodrigues, A. F. 2011. *Poluição do Ar e Ruído*. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Rodrigues, F.C. (2002). *Hidrogeologia da Ilha Terceira (Açores – Portugal)*. Tese de Doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias – Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Rodrigues, M.C.S.M. (2002). *Recursos Hídricos e Património Natural - «Aplicação de uma Metodologia de Suporte ao Ordenamento do Sítio de Interesse Comunitário da Zona do Complexo Central da Ilha Terceira»*. Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. Departamento de Ciências Agrárias – Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Santos, J. & Pinho, J. (2005). *Estudo das Correntes Oceânicas na Região envolvente da Ilha Terceira no Arquipélago dos Açores*. Departamento de Engenharia Civil. Universidade do Minho. Guimarães.

Sayigh, A. (1999). "Renewable energy—the way forward". *Applied Energy*, **64**: 15-30.

Silva, F.B. (2006). *Biomassa Florestal – Uma nova oportunidade para a Floresta e para os Proprietários Florestais Portugueses*. Relatório Final do Seminário II da Licenciatura em Geografia. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Porto.

Silva, L., 2001. *Plantas invasoras no Arquipélago dos Açores: caracterização geral e estudo de um caso, Clethra arborea Aiton (Clethraceae)*. Tese de doutoramento, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Silva, L. & Smith, C.W. (2004). A characterization of the non-indigenous flora of the Azores Archipelago. *Biological Invasions*, **6**: 193-204.

Silva, L. & Smith, C. (2006). A quantitative approach to the study of non-indigenous plants: an example from the Azores Archipelago. *Biodiversity and Conservation*, **15**: 1661–1679.

Silva, L.; Ojeda Land, E. & Rodríguez Luengo, J.L. (2008). Avaliação das EEI na Macaronésia. In: Silva L, E Ojeda Land & J.L. Rodríguez Luengo (eds). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. pp 59-82. ARENA. Ponta Delgada.

Silva, L.; Ojeda Land, E.; Rodríguez Luengo, J.L. & Daehler, C. (2008). As Invasões Biológicas. In: Silva L, E Ojeda Land & J.L. Rodríguez Luengo (eds). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. pp.29-50. ARENA. Ponta Delgada.

Silva, L.; Ojeda Land, E.; Rodríguez Luengo, J.L.; Borges, P.; Oliveira, P. & Jardim, J. (2008). Espécies Exóticas Invasoras na Macaronésia. In: Silva L, E Ojeda Land & J.L. Rodríguez Luengo (eds). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. pp 51-57. ARENA. Ponta Delgada.

Silva, L.; Corvelo, R.; Moura, M.; Mesa Coello, R. & Carvalho, J. (2008). Caracterização das invasoras no Top 100. In: Silva L, E Ojeda Land & J.L. Rodríguez Luengo (eds). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. pp. 225-228. ARENA. Ponta Delgada.

Sjogren, E. (1973). Recent changes in the vascular flora and vegetation of the Azores Islands. *Memórias da Sociedade Broteriana*, **22**: 1-113.

Sousa, C. (2009). *A Biomassa Florestal como Fonte de Energia Renovável em Portugal*. Auditório do Fórum Tecnológico, Campus do Limiar, Lisboa. 19 de Novembro de 2009.

SRA - Secretaria Regional do Ambiente. (2006). *Perspectivas para a Sustentabilidade na Região Autónoma dos Açores – Situação de Referência*. Acedido a 17 de Fevereiro de 2011, In: http://sra.azores.gov.pt/predsa/downloads/pdf/situacao_referencia.pdf.

Sturion, J.A. & Tomaseli, I. 1990. The influence of the storage time for Bracatinga firewood for energy production. *Boletim de Pesquisa Florestal*, (21): 37- 47.

Teixeira, S. (2005). *Gestão das Organizações* (2ª Edição ed.). Madrid: Mc Graw Hill.

Vale, A.T., Brasil, M.A.M. & Leão, A.L. (2000). Caracterização da madeira e da casca de *Sclerolobium paniculata*, *Dalbergia miscolobium* e *Pterodon pubescens* para uso energético. *Madera y Bosques*, **15** (2): 59-69.

Weber, E. (2003). *Invasive Plant Species of the World – A Reference Guide to Environmental Weeds*. CABI Publishing. Switzerland. 333 pp.

Willianson, M. (1996). *Biological Invasions*. Chapman & Hall. London. 244 pp.