

**UNIVERSIDADE DOS AÇORES**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**FOREST RESOURCES IN GRACIOSA ISLAND  
(AZORES): BIOMASS AVAILABILITY FOR A  
SUSTAINABLE ENERGETIC USE**

ANA ISABEL DE CARVALHO TEIXEIRA

MESTRADO EM AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA

5ª EDIÇÃO



**PONTA DELGADA**  
2014

# **UNIVERSIDADE DOS AÇORES**

## **DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

### **FOREST RESOURCES IN GRACIOSA ISLAND (AZORES): BIOMASS AVAILABILITY FOR A SUSTAINABLE ENERGETIC USE**

ANA ISABEL DE CARVALHO TEIXEIRA

MASTER DISSERTATION INCLUDED IN THE PROJECT: “RECURSOS FLORESTAIS DA ILHA GRACIOSA, AÇORES” FROM FUNDAÇÃO GASPAR FRUTUOSO, WITH FINANCIAL SUPPORT FROM GRACIÓLICA, LDA AND YOUNICOS AG



#### **ORIENTADOR**

PROFESSOR DOUTOR LUÍS FILIPE DIAS E SILVA

UNIVERSIDADE DOS AÇORES

#### **CO-ORIENTADOR**

DOUTORA INA HAHNDORF

YOUNICOS AG, BERLIN

**PONTA DELGADA**

2014

## **Table of Contents**

### **ABSTRACT**

### **RESUMO**

### **ACKNOWLEDGMENTS**

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>METHODS.....</b>	<b>6</b>
Study Area .....	6
Stand Densities .....	7
Tree Age Determination .....	7
Allometric equations .....	8
Available biomass of <i>Pittosporum undulatum</i> .....	9
<b>RESULTS.....</b>	<b>11</b>
Characteristics of <i>Pittosporum undulatum</i> stands .....	11
Dendrometric Data.....	13
Stand Densities .....	13
Tree Age Determination .....	17
Determination of Biomass .....	20
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>26</b>
<b>REFERENCES .....</b>	<b>30</b>

## ABSTRACT

The potential of biomass for energy production has been widely studied, and recently gained new impetus with the attention now devoted to renewable energies. Forest biomass can be used as feedstock in different types of energetic applications. In the Azores, and particularly in Graciosa Island, the area occupied by forest is relatively small; however, considerable land areas are occupied by exotic woodland, mostly dominated by *Pittosporum undulatum* Ventenat (Pittosporaceae). The purpose of this work is to evaluate the existing woody biomass in Graciosa Island, Azores, particularly of *P. undulatum*, in order to assess its availability for energetic use. Field work in Graciosa Island was done in order to measure *P. undulatum* dendrometric traits and above ground live biomass of fresh cut trees with the purpose of determining specific *P. undulatum* allometric equations which relate biomass with dendrometric measurements. Tree density was estimated for 20 stands, by applying point-centered quarter method. Stand densities were considerably variable, attaining values close to 10,000 trees.ha<sup>-1</sup>. The best model for allometric equation determined was  $\ln(\text{Biomass}) = 0.77 + 0.48 \cdot \ln(\text{Basal\_Area}^2 \cdot \text{Tree\_Height}) + \epsilon$ , with adjusted R<sup>2</sup> of 0.96 and AIC of 35.5. Total quantity of existing biomass was estimated for the *P. undulatum* stands, and calculations were made to assess the available annual biomass. Available biomass of *P. undulatum* in Graciosa Island was estimated at 92,152 Mg (dry weight), with an annual available biomass of 2,437 Mg.year<sup>-1</sup>(dry weight). This research also revealed that areas occupied by other species such as *Persea indica* and *Eucalyptus globulus* also have considerable amounts of *P. undulatum*, thus increasing the available biomass. The exploitation of *P. undulatum* biomass for energetic use is viable if sustainable principles of forest management are applied, allowing not only the use of the existing forest as well as implementing the control of an alien invasive species.

**Key-words:** Azores, Woody biomass, Invasive species, Energetic use, *Pittosporum undulatum*

## RESUMO

O potencial da biomassa para a produção de energia tem sido amplamente estudado, e recentemente, ganhou um novo ímpeto com a atenção agora dirigida às energias renováveis. A biomassa florestal pode ser utilizada como matéria-prima em diferentes tipos de aplicações energéticas. Nos Açores, e em particular na Ilha Graciosa, a área ocupada por povoamentos florestais é relativamente pequena; no entanto, áreas consideráveis estão ocupadas por bosques de exóticas, maioritariamente dominados por *Pittosporum undulatum* Ventenat (Pittosporaceae). O objetivo deste trabalho é avaliar a biomassa lenhosa existente na Ilha Graciosa, principalmente de *P. undulatum*, de modo a avaliar a sua disponibilidade para a utilização energética. Foi feito trabalho de campo na Ilha Graciosa de modo a obter dados dendrométricos de *P. undulatum* e da biomassa viva acima do solo de árvores recentemente cortadas com o propósito de determinar equações alométricas específicas para *P. undulatum*, que relacionam a biomassa com os dados dendrométricos. A densidade das árvores foi estimada em 20 povoamentos, utilizando o método *Point-Centered Quarter*. As densidades dos povoamentos variaram consideravelmente, atingindo valores de 10.000 árvores.ha<sup>-1</sup>. O melhor modelo de equação alométrica determinado foi  $\ln(\text{Biomassa}) = 0,77 + 0,48 \cdot \ln(\text{Área\_Basal}^2 \cdot \text{Altura\_Árvore}) + \varepsilon$ , com um R<sup>2</sup> ajustado de 0,96 e AIC de 35,5. A quantidade total de biomassa existente foi estimada para os povoamentos de *P. undulatum*, e foram efetuados cálculos para avaliar a quantidade anual de biomassa disponível. A biomassa de *P. undulatum* disponível na Ilha Graciosa, em peso seco, foi estimada em 92.152 Mg, com uma biomassa anual disponível de 2.437 Mg.ano<sup>-1</sup>. Este estudo também revelou que as áreas ocupadas por outras espécies, tais como *Persea indica* e *Eucalyptus globulus* também possuem quantidades consideráveis de *P. undulatum*, aumentando assim a quantidade de biomassa disponível. A exploração da biomassa de *P. undulatum* para utilização energética é viável se forem aplicados princípios sustentáveis de gestão florestal, permitindo não só a utilização da floresta existente bem como a implementação de controlo de espécies exóticas invasoras.

**Palavras-Chave:** Açores, Biomassa lenhosa, Espécies invasoras, Uso energético, *Pittosporum undulatum*