



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

**Caracterização mecânica da madeira estrutural
de *Pinus pinaster* Ainton**

Engenharia Florestal

Relatório do Trabalho de Fim de Curso

Sónia Maria Prates de Oliveira

—◆—
CASTELO BRANCO

2009

Índice

ORIENTADORES E LOCAL DE ESTÁGIO -----	I
ÍNDICE -----	II
AGRADECIMENTOS -----	IV
RESUMO -----	V
ABSTRACT -----	VI
1- Introdução -----	1
1.1- Descrição e Caracterização morfológica do <i>Pinus pinaster</i> Ainton-----	3
1.1.1 - Descrição-----	3
1.1.2 - Caracterização morfológica-----	3
1.2 - Morfologia e caracterização da madeira de pinheiro bravo-----	4
1.2.1 - Morfologia-----	4
1.2.2 - Descrição macro e microscópica-----	4
1.3- Defeitos e particularidades da madeira-----	5
1.4 – Evolução das normas de qualidade para madeira de uso estrutural-----	6
1.4.1 - Das classes de qualidade até às classes de resistência-----	7
1.5 - Ensaio destrutivos e não destrutivos para a classificação por classe de resistência da madeira para uso estrutural-----	8
1.5.1 - Ensaio destrutivos-----	9
1.5.2 - Ensaio não destrutivos-----	10
2- Materiais e Métodos -----	12
2.1- Materiais-----	12
2.2- Métodos-----	13
2.2.1- Classificação visual segundo a norma espanhola UNE – EN 56544:2003-----	13
2.2.1.1-Medição dos nós-----	14
2.2.1.2- Deformações das Peças-----	17
2.2.2- Obtenção de Provetas-----	18
2.2.3- Determinação das Propriedades Física-----	18
2.2.3.1 – Determinação da densidade-----	18
2.2.3.2 – Determinação do Conteúdo de Humidade-----	19
2.2.4- Determinação das Propriedades Mecânica-----	20

2.2.4.1 - Ensaio com PLG-----	20
2.2.4.1.1 - Características técnicas do aparelho-----	20
2.2.4.1.2 – Metodologia do ensaio-----	21
2.2.4.2- Ensaio com Ultra-sons-----	22
2.2.4.2.1- Método Directo-----	23
2.2.4.2.2 – Método Indirecto-----	24
2.2.4.3- Ensaio à flexão com Máquina Universal segundo a norma UNE- EN 408:2004-----	24
2.2.4.3.1– Determinação do Módulo de Elasticidade Global (MOEGCTO)-----	25
2.2.4.3.2-Determinação da Resistência á Flexão Estatística (MOR)-----	25
2.2.5 - Cálculo dos valores críticos-----	26
2.2.5.1 -Valor característico do Módulo de Elasticidade-----	26
2.2.5.2 - Valor característico da resistência á flexão-----	27
2.2.5.3- Valor característico da densidade-----	28
3- Resultados e Discussão-----	29
3.1- Classificação da Madeira-----	29
3.2 - Propriedades Físicas da Madeira-----	30
3.3 - Propriedades Mecânicas da Madeira-----	32
3.4 - Variação explicada por análise de componentes principais-----	36
4- Conclusão-----	39
5 – Bibliografia-----	40

Resumo

A necessidade de classificar a madeira serrada para uso estrutural, a nível comercial, levou á elaboração de normas que regulassem e classificassem em classes de qualidade a mesma, de forma a conseguir, uma maior homogeneidade e qualidade do material.

Na União Europeia existem normas para classificar em classes de qualidade as diferentes espécies de madeira serrada para uso estrutural, a nível comercial. Assim pode-se empregar mais correctamente as diferentes classes de qualidade, adequando a qualidade ao seu uso. No entanto vários países europeus, adoptaram normas próprias de classificação, sendo estas baseadas nas anteriores, a maior diferença consiste na forma como são realizadas as medições dos defeitos presentes nas peças e o código dado a cada classe de qualidade.

No presente trabalho foram utilizadas Normas Europeias e algumas normas espanholas, visto o mesmo ter sido desenvolvido na Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia um pólo da Universidad de Valladolid.

Sessenta amostras de *Pinus pinaster* Ainton foram submetidas a vários ensaios mecânicos, depois de terem sido classificadas por classes de qualidade. As propriedades mecânicas estudadas foram o Módulo de Rotura (MOR), Módulo de Elasticidade global (MOECGTO), Módulo de Elasticidade local, Módulo de elasticidade (MOE), deformação e Densidade Real.

Todas as amostras analisadas pertenciam a classes de qualidade baixa, o que se reflectiu na variabilidade observada para os diferentes ensaios e no facto de o valor da densidade não estar muito correlacionado com os dos ensaios mecânicos. Verificou-se ainda, que apenas o Módulo de Elasticidade obtida através de PLG não estava correlacionado com os restantes parâmetros de resistência mecânica analisados

Palavras-chave: *Pinus pinaster*, propriedades mecânicas, densidade, classe de qualidade; madeira estrutural.