



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

**CONFIDENCIAL**

# **ENSAIOS DE DURABILIDADE NATURAL E ADQUIRIDA DE MADEIRA DE CRIPTOMÉRIA CONTRA TÉRMITAS SUBTERRÂNEAS**

**Caracterização da madeira de criptoméria açoriana**

**RELATÓRIO 228/2015 – DE/NCE**



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu de  
Desenvolvimento Regional





LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

**CONFIDENCIAL**

# **ENSAIOS DE DURABILIDADE NATURAL E ADQUIRIDA DE MADEIRA DE CRIPTOMÉRIA CONTRA TÉRMITAS SUBTERRÂNEAS**

**Caracterização da madeira de criptoméria açoriana**

AZORINA – Sociedade de Gestão Ambiental e Conservação  
da Natureza, SA

Lisboa • abril de 2015

**I&D** ESTRUTURAS

RELATÓRIO 228/2015 – DE/NCE

## **Título**

### **ENSAIOS DE DURABILIDADE NATURAL E ADQUIRIDA DE MADEIRA DE CRIPTOMÉRIA CONTRA TÉRMITAS SUBTERRÂNEAS**

Caracterização da madeira de criptoméria açoriana

## **Autoria**

DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS

### **Lina Nunes**

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Comportamento de Estruturas

### **Marta Duarte**

Bolseira de Experimentação, Núcleo de Comportamento de Estruturas

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA

e-mail: [lnec@lnec.pt](mailto:lnec@lnec.pt)

[www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)

Relatório 228/2015

Proc. 0302/121/19301

## ENSAIOS DE DURABILIDADE NATURAL E ADQUIRIDA DE MADEIRA DE CRIPTOMÉRIA CONTRA TÉRMITAS SUBTERRÂNEAS

Caracterização da madeira de criptoméria açoriana

### Resumo

---

O presente relatório apresenta os resultados de ensaios de durabilidade natural e com tratamento de madeira de *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don ao ataque por térmitas subterrâneas da espécie *Reticulitermes grassei*. A amostragem das peças foi realizada pela AZORINA de acordo com o protocolo estabelecido na Nota Técnica 1/2014 – DE/NCE.

Este documento foi elaborado no âmbito do projeto estabelecido com a AZORINA, Sociedade de Gestão Ambiental e Conservação da Natureza, SA.

Palavras-chave: Açores / Criptoméria / *Reticulitermes grassei*

## TESTS OF NATURAL AND ACQUIRED DURABILITY OF SUGI TIMBER AGAINST SUBTERRANEAN TERMITES

Characterization of azorian sugi timber

### Abstract

---

The current report presents the natural durability and with treatment from timber pieces from *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D. Don to subterranean termite (*Reticulitermes grassei*) attack. The sampling of the pieces was done by AZORINA according to the sampling plan established in the Technical Report 1/2014-DE/NCE.

This document was produced within a project settled with AZORINA, Sociedade de Gestão Ambiental e Conservação da Natureza, SA.

Keywords: Açores / Sugi / *Reticulitermes grassei*



## Índice

1	Introdução .....	1
	1.1 Objectivos .....	1
	1.2 Térmitas subterrâneas .....	1
2	Material e Métodos .....	3
	2.1 Avaliação da durabilidade natural contra as térmitas subterrâneas .....	3
	2.2 Avaliação da durabilidade adquirida contra as térmitas subterrâneas .....	4
3	Resultados .....	6
	3.1 Durabilidade natural .....	6
	3.2 Durabilidade adquirida .....	10
4	Discussão / Conclusão .....	11
	Referências Bibliográficas .....	13
	ANEXO Resultados totais obtidos nos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas .....	15

## Índice de figuras

Figura 1.1 – Ciclo de vida das térmitas <i>Reticulitermes spp.</i> ....	2
Figura 2.1 – Início de ensaio segundo a norma EN 117:2005, utilizando o cerne de madeira de Criptoméria ( <i>Cryptomeria japonica</i> ).....	4
Figura 3.1 – Resumo dos níveis de ataque registados nos provetes utilizados para a verificação da resistência da madeira de criptoméria, sem tratamento, ao ataque por térmitas subterrâneas. ....	7
Figura 3.2 – Provetes de madeira de criptoméria “rosa” proveniente da ilha Terceira.....	8
Figura 3.3 – Provetes de madeira de criptoméria “rosa” proveniente da ilha de S. Miguel.....	9
Figura 3.4 – Provetes de madeira de criptoméria “negra” proveniente da ilha de S. Miguel.....	9
Figura 3.5 – Provetes de criptoméria “rosa” com: Produto Xz (X7); Produto Xy (X4); e white spirit (X15), e provete controlo de pinho bravo (C4).....	10

## Índice de quadros

Quadro 2.1 – Valores médios de absorção dos produtos preservadores utilizados para o tratamento da criptoméria .....	5
Quadro 3.1 – Resultados médios obtidos através dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, sem tratamento.....	7
Quadro 3.2 – Comparação, através do teste estatístico ANOVA, dos níveis de ataque das térmitas subterrâneas à madeira das diferentes árvores estudadas de criptoméria. ....	8
Quadro 3.3 – Comparação, através do teste estatístico ANOVA, dos níveis de ataque das térmitas subterrâneas à madeira de criptoméria “rosa” proveniente de árvores da ilha Terceira e da ilha de S. Miguel. ....	8
Quadro 3.4 – Média dos resultados obtidos através dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, com tratamento.....	10
Quadro 4.1 – Classes de durabilidade da madeira segundo o projecto de Norma Europeia prEN350 [3].....	11
Quadro 4.2 – Classes de durabilidade face à ação de térmitas subterrâneas da madeira de criptoméria açoriana .....	11
Quadro 4.3 – Comparação entre os resultados obtidos no presente ensaio e a classe de durabilidade da criptoméria segundo o projecto de Norma Europeia prEN350 [3].....	12



# 1 | Introdução

## 1.1 Objectivos

O contrato estabelecido com a AZORINA, Sociedade de Gestão Ambiental e Conservação da Natureza, SA., pelo Ajuste Direto nº 36/AZORINA/2012, abrange a aquisição de serviços para elaboração do projeto de norma de classificação visual de madeira de criptoméria para fins estruturais, de acordo com a normalização europeia, e a avaliação da sua durabilidade após ser sujeita a aplicação de diferentes tratamentos de proteção contra térmitas subterrâneas (*Reticulitermes grassei*) e da madeira seca (*Cryptotermes brevis*),

O presente relatório respeita à avaliação da durabilidade da madeira de criptoméria, com e sem tratamento, ao ataque por térmitas subterrâneas da espécie *Reticulitermes grassei*. O estudo engloba madeira de criptoméria das ilhas de S. Miguel e da Terceira fornecida pela Azorina – Sociedade de Gestão Ambiental e Conservação da Natureza, S.A.. A amostragem do material foi efetuada pela AZORINA de acordo com os princípios definidos na Nota Técnica 1/2014 – DE/NCE [1].

## 1.2 Térmitas subterrâneas

As térmitas subterrâneas presentes em Portugal continental pertencem à espécie *Reticulitermes grassei* (Clément, 1978). Em Portugal continental esta espécie ocorre naturalmente em todo o território, sendo reconhecida como uma praga da madeira em construção.

São insectos sociais e polimórficos vivendo em grupos familiares de grandes dimensões, tendo indivíduos com várias formas morfológicas ou castas, com divisão de tarefas: reprodutores (ninfas e alados) com a função reprodutiva e de dispersão; as obreiras, que são a casta mais numerosa, tendo a função de alimentação da colónia, a construção e a reparação da estrutura da colónia; e por fim os soldados com a função de defesa da colónia.

Após o voo de dispersão as reprodutoras aladas perdem as asas e iniciam o processo de procura de parceiro, a que se segue a construção do ninho e a formação de uma nova colónia. A fêmea põe ovos que se desenvolvem em larvas totipotentes, ou seja com a capacidade de se transformar em qualquer das castas, conforme a época do ano, o alimento disponível e as feromonas emitidas pelo resto da colónia. As obreiras têm a capacidade de se transformar em soldados ou em ergatóides (reprodutores secundários), no caso de haver esse estímulo por parte da colónia (Figura 1.1). As ninfas transformam-se em ninfóides (reprodutores secundários) ou em aladas, desenvolvendo-se aproximadamente dois anos após a fundação da colónia e em alturas específicas do ano.

O primeiro problema no controlo das térmitas subterrâneas é a sua deteção. As térmitas subterrâneas vivem no solo e alimentam-se no interior da madeira, o que dificulta a sua deteção visual, pois normalmente são apenas detetadas numa fase avançada do ataque. Uma das formas de deteção é a

visualização de túneis característicos junto ao solo, nas paredes de edifícios e/ou a presença de asas ou aladas durante a época do voo de dispersão (que ocorre tipicamente na Primavera). Outra forma eficaz de detetar um ataque por térmitas subterrâneas é através da observação do aspeto característico da madeira danificada.

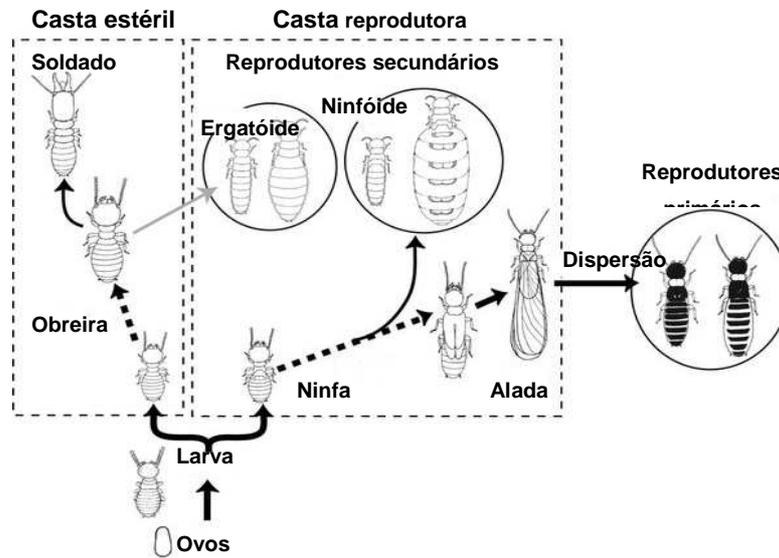


Figura 1.1 – Ciclo de vida das térmitas *Reticulitermes* spp.

## 2 | Material e Métodos

### 2.1 Avaliação da durabilidade natural contra as térmitas subterrâneas

A durabilidade natural da madeira de criptoméria açoriana foi avaliada de acordo com o projecto de Norma Europeia prEN350:2014 [2].

#### Térmitas

Para a realização destes ensaios foram utilizadas térmitas da espécie *Reticulitermes grassei* Clément (Isoptera: Rhinotermitidae).

As térmitas foram recolhidas de troncos caídos de uma área florestal de *Pinus pinaster* Aiton, situada a N 38°32.436' W 009°07.848' a 18 m de elevação. Foram mantidas numa sala condicionada no LNEC (temperatura:  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ ; humidade relativa:  $80 \pm 5\%$ ), em caixas de Petri com papel de filtro humedecido, tendo sido usadas nos ensaios, em média, uma semana após a sua coleta.

#### Madeira

Todos os ensaios foram realizados com cerne de criptoméria (*Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don var. *sinensis* Sieb). Na maioria dos ensaios usou-se criptoméria “rosa” proveniente de dois locais diferentes: ilhas Terceira e S. Miguel nos Açores. De cada uma das ilhas, foram ensaiados provetes de cerne de madeira proveniente de três árvores de criptoméria “rosa”, cortadas em dois locais diferentes. Foi ainda ensaiada madeira de criptoméria “negra” proveniente da ilha de S. Miguel mas com origem exata desconhecida. Foram ensaiadas 10 réplicas por árvore amostrada de criptoméria “rosa” e 10 réplicas de criptoméria “negra”.

Foram realizados ainda ensaios de controlo da capacidade de infestação das térmitas utilizando para esse efeito o borne de uma madeira de reconhecida susceptibilidade, o pinho bravo (*P. pinaster*) sem qualquer tratamento (7 réplicas).

Todos os provetes tinham as dimensões aproximadas de 50 × 25 × 10 mm tendo sido calculado o teor de água inicial médio num conjunto de seis provetes por origem seguindo os procedimentos descritos na Norma NP EN 13183-1:2013 [3].

#### Método

Tal como previsto na prEN350:2014 [2] a durabilidade natural face ao ataque por térmitas subterrâneas foi determinada segundo a norma EN 117:2005 [4].

Em cada recipiente de ensaio, frascos de vidro de 750 ml, foi colocada uma camada de cerca de 6cm de areia não compactada e rehumidificada (4 volumes de areia para 1 de água destilada). Colocou-se igualmente junto à parede de cada recipiente, um anel de vidro (20 mm de altura, 20 mm de diâmetro) enterrado até meio.

Adicionou-se a cada um destes recipientes 250 obreiras e alguns soldados e ninfas na mesma proporção que existia na colónia de onde foram retiradas as obreiras (1 a 3 soldados e até 5 ninfas). Após a instalação das térmitas nos respectivos recipientes, colocou-se o provete de madeira a testar por cima do anel de vidro (Figura 2.1).



Figura 2.1 – Início de ensaio segundo a norma EN 117:2005, utilizando o cerne de madeira de Criptoméria (*Cryptomeria japonica*)

Os recipientes de ensaio foram colocados numa camara condicionada a uma temperatura de  $24 \pm 2^\circ\text{C}$  e humidade relativa do ar de  $80 \pm 5\%$  durante 8 semanas. Ao fim de 8 semanas de exposição à acção dos insectos, os provetes foram retirados, limpos, pesados e feito o seu exame visual de acordo com os critérios especificados na EN117 [4] para a avaliação do nível de ataque (0 = sem ataque; 1 = tentativa de ataque; 2 = ataque ligeiro; 3 = ataque moderado; 4 = ataque forte). Determinou-se igualmente no final do ensaio a taxa de sobrevivência (expressa em %), o teor de água final [3] e a perda de massa (%) em função da massa seca inicial teórica de cada provete.

## 2.2 Avaliação da durabilidade adquirida contra as térmitas subterrâneas

A durabilidade adquirida da madeira de criptoméria açoriana após a aplicação de dois produtos de tratamento comerciais foi avaliada igualmente com o auxílio da Norma Europeia EN117 [4].

### Térmitas

Para a realização destes ensaios foram utilizadas térmitas da espécie *Reticulitermes grassei* Clément (Isoptera: Rhinotermitidae) recolhidas como descrito anteriormente.

### Madeira

Para a avaliação da eficácia dos tratamentos usaram-se amostras de criptoméria “rosa” escolhidos aleatoriamente de entre os provetes obtidos das árvores seleccionadas anteriormente.

## Método

Foram tratados provetes de cerne com dois produtos preservadores de madeira comerciais designados por Xz e Xy. Os produtos têm as matérias ativas constantes do quadro 2.1, em solvente orgânico. Provetes de cerne de criptoméria tratados apenas com o solvente (white spirit) foram usados como controlo dos tratamentos. Para cada um dos produtos (incluindo solvente) foram ensaiadas 3 réplicas de madeira proveniente da ilha de S. Miguel e 3 da ilha Terceira.

Os provetes foram tratados por imersão durante uma hora e a absorção calculada por variação da massa antes e depois do tratamento. Apresentam-se os valores médios de absorção no quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Valores médios de absorção dos produtos preservadores utilizados para o tratamento da criptoméria

Produto de tratamento	Matérias ativas	Média de absorção (Kg/m <sup>3</sup> )	Desvio padrão
Xz	Propiconazol: 0.15%; Cipermetrina: 0.07%; Tebuconazol: 0.05%; IPBC: 0.05%	60,72	13,02
Xy	Propiconazol: 0.6%; Diclofluanida: 0.54%; Cipermetrina: 0.05%	79,28	14,82
White spirit	-	92,32	42,91

A resistência ao ataque por térmitas subterrâneas dos provetes tratados foi avaliada igualmente segundo a norma EN 117:2005 [4] segundo o procedimento descrito anteriormente.

## 3 | Resultados

### 3.1 Durabilidade natural

Determinou-se a resistência (durabilidade natural) do cerne de criptoméria proveniente de 2 ilhas e 4 povoamentos, sem tratamento, ao ataque por térmitas subterrâneas através da Norma EN 117:2005 [4].

O nível de ataque (figura 3.1) foi muito semelhante entre os provetes ensaiados da ilha da Terceira, tendo sido no geral de “1” ou de “2”, registando-se apenas dois “3” e um “4”. Nos provetes de criptoméria de S. Miguel os níveis de ataque foram ligeiramente mais elevados, com relevância para os provetes da árvore SM246, com um nível de ataque médio de “2,6” (quadro 3.1 e figura 3.1). Relativamente à taxa de sobrevivência das térmitas e à perda de massa dos provetes, esta foi muito semelhante em todas as árvores ensaiadas, tendo-se registado numa larga maioria dos recipientes de ensaio a morte de todas as térmitas e um nível de ataque pouco perceptível pela perda de massa dos provetes.

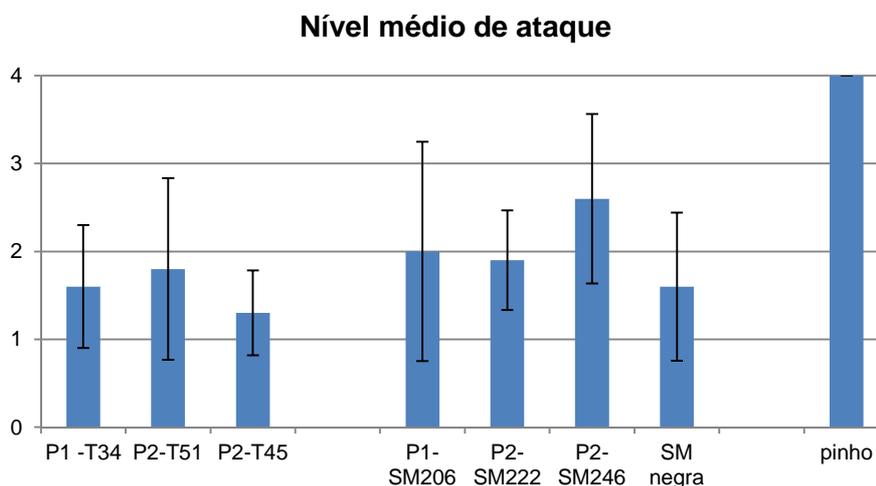
Nos casos em que houve sobrevivência, esta foi muito baixa, o mesmo acontecendo com as perdas de massa. No caso do provete T51-8 ocorreu um nível de ataque bastante elevado, no entanto noutros provetes da mesma árvore ocorreram níveis de ataque bastante reduzidos. O mesmo ocorreu com os provetes SM206-3, SM246-6 e SM246-10, onde o nível de ataque foi elevado mas nos restantes provetes da mesma árvore o ataque foi muito baixo.

Nos ensaios realizados com madeira de criptoméria “negra” os resultados foram muito semelhantes aos ocorridos com a criptoméria “rosa”, com níveis de ataque entre 1 e 2, e taxas de sobrevivência das térmitas no geral de 0%, com duas exceções, os provetes N3 e N10. Os níveis de perdas de massa também foram de um modo geral não mensuráveis (figura 3.4).

No caso dos ensaios do controlo de pinho bravo, o nível de ataque foi sempre bastante elevado, com o nível de ataque 4 “erosão em mais de 1/10 da superfície do provete ou ataque com penetração superior a 3 mm conduzindo à formação de cavidades nos provetes” atingido em todos os provetes e com taxas de sobrevivência das térmitas sempre superiores a 50%. Estes valores permitem assim validar o ensaio.

**Quadro 3.1 – Resultados médios obtidos através dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, sem tratamento.**

Madeira	Localização	Árvore	Sobrevivência (%)	Teor de água final (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Criptoméria "rosa"	P1 -T34	A7	0,48	31,57	0	1,60
Criptoméria "rosa"	P2- T51	A5	2,48	33,56	0,26	1,80
Criptoméria "rosa"	P2 – T45	A2	0	51,90	0	1,30
Criptoméria "rosa"	P1-SM206	A5	2,80	52,05	1,37	2,0
Criptoméria "rosa"	P2-SM222	A1	0	35,57	0,26	1,90
Criptoméria "rosa"	P2-SM246	A5	4,36	57,49	2,29	2,60
Criptoméria "negra"	SM	-	7,60	32,33	0,11	1,60
Pinho (controlo)	-	-	73,26	49,68	5,37	4



**Figura 3.1 – Resumo dos níveis de ataque registados nos provetes utilizados para a verificação da resistência da madeira de criptoméria, sem tratamento, ao ataque por térmitas subterrâneas.**

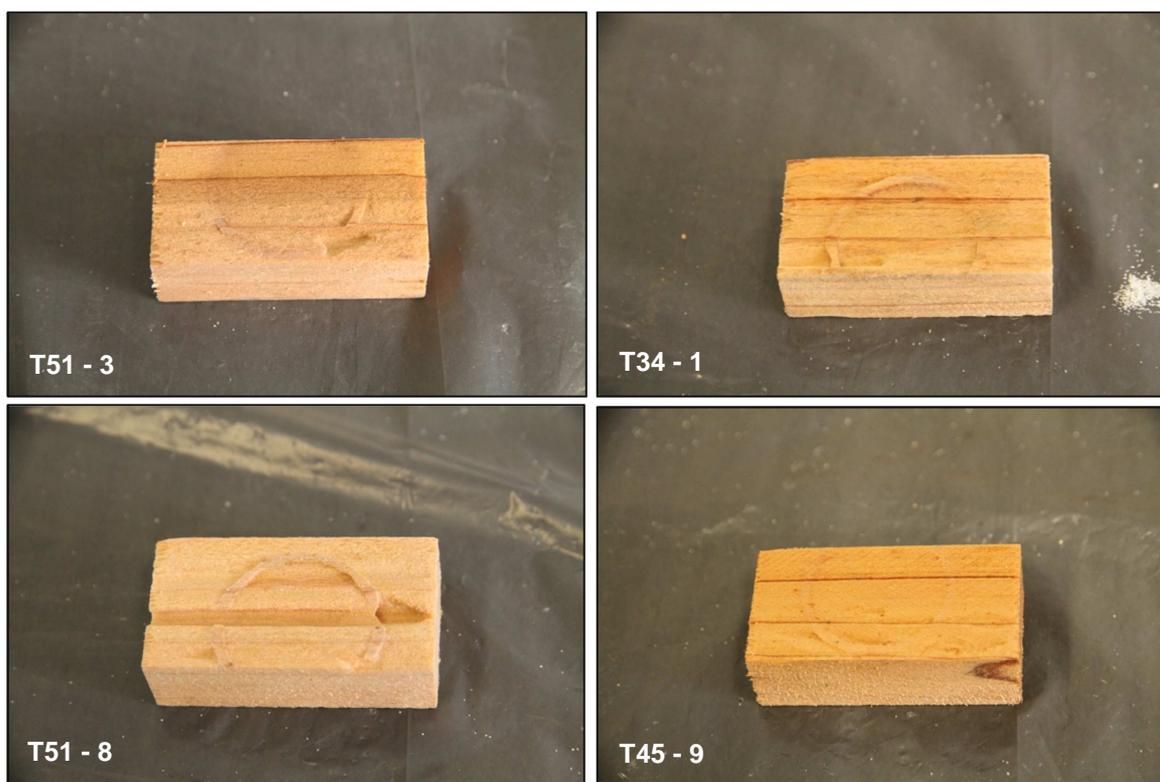
Através da comparação dos níveis de ataque dos provetes das diferentes árvores utilizadas, verifica-se que as diferenças são significativas, apresentando no entanto um *p-value* de 0,05, ou seja no limite da sua validação como significativa (*p-value*  $\geq$  0,05) (quadro 3.2). Ao comparar os valores dos níveis de ataque ocorridos nos provetes de criptoméria "rosa" provenientes da ilha Terceira com os provenientes da ilha de S. Miguel verifica-se que existem diferenças bastante significativas (*p-value*  $\geq$  0,05), tendo os valores de nível de ataque sido superiores nos provetes oriundos da ilha de S. Miguel (quadro 3.3).

**Quadro 3.2 – Comparação, através do teste estatístico ANOVA, dos níveis de ataque das térmitas subterrâneas à madeira das diferentes árvores estudadas de criptoméria.**

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	p
Entre grupos	10,14	6	1,69	2,23	0,05
Dentro de grupos	47,8	63	0,75		
<b>Total</b>	<b>57,94</b>	<b>69</b>			

**Quadro 3.3 – Comparação, através do teste estatístico ANOVA, dos níveis de ataque das térmitas subterrâneas à madeira de criptoméria “rosa” proveniente de árvores da ilha Terceira e da ilha de S. Miguel.**

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	p
Entre grupos	5,4	1	5,4	6,88	0,01
Dentro de grupos	45,53	58	0,78		
<b>Total</b>	<b>45,53</b>	<b>59</b>			



**Figura 3.2 – Provetes de madeira de criptoméria “rosa” proveniente da ilha Terceira.**

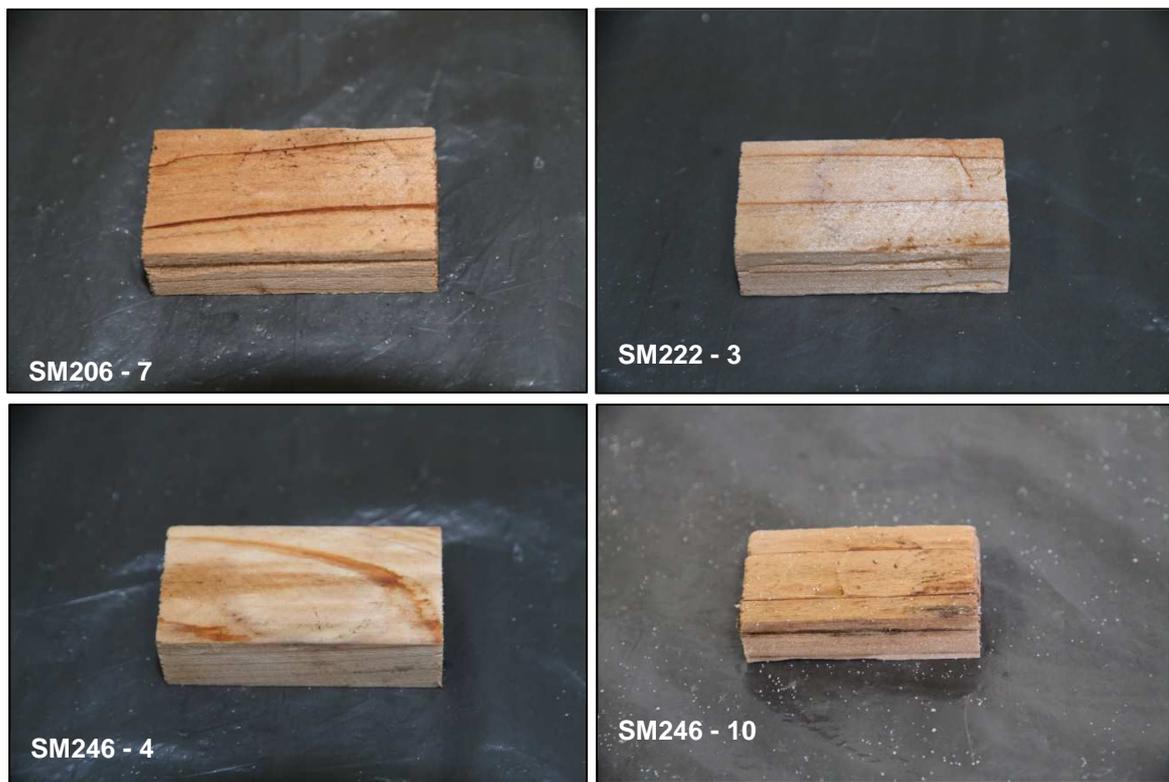


Figura 3.3 – Provetes de madeira de criptoméria “rosa” proveniente da ilha de S. Miguel.

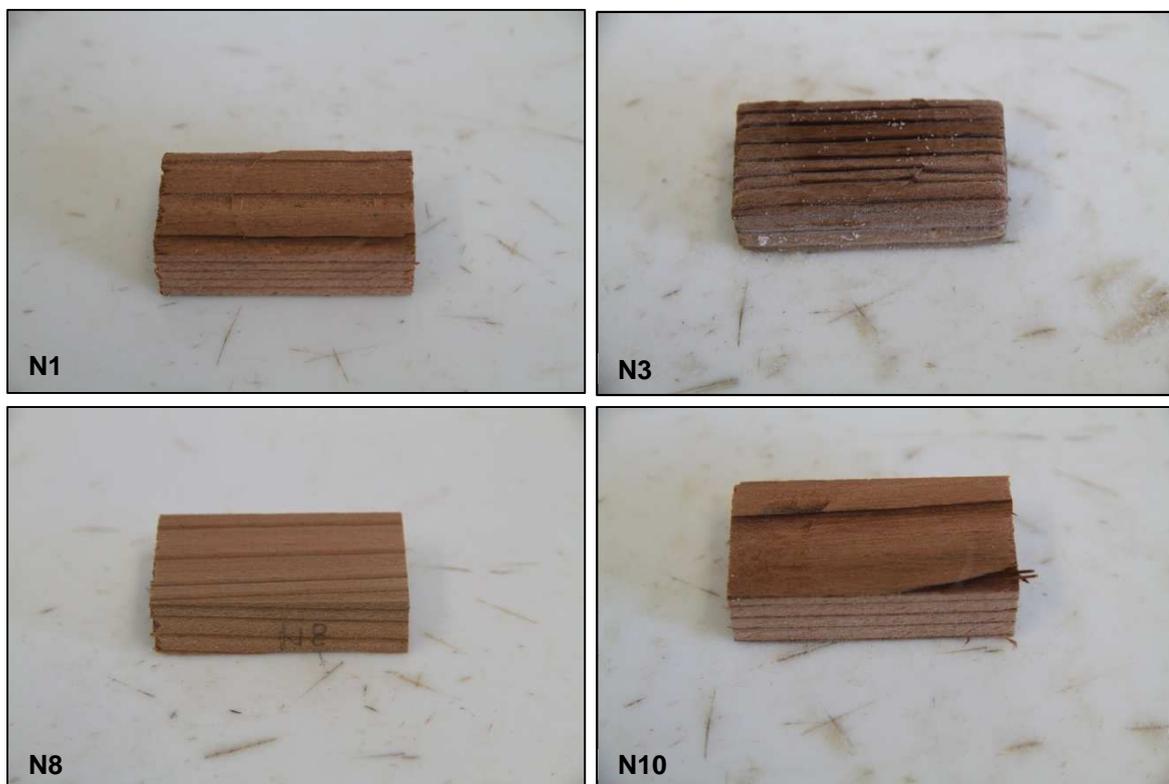


Figura 3.4 – Provetes de madeira de criptoméria “negra” proveniente da ilha de S. Miguel.

### 3.2 Durabilidade adquirida

Nos provetes de criptoméria tratados com os produtos preservadores de madeiras Xz e Xy a sobrevivência, o nível de ataque e a consequente perda de massa foram nulas (quadro 3.4).

No caso da madeira de criptoméria tratada apenas com o solvente orgânico (white spirit) os resultados obtidos foram, como seria de esperar, da mesma de grandeza da madeira de criptoméria sem tratamento (quadro 3.4) (figura 3.5).

Quadro 3.4 – Média dos resultados obtidos através dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, com tratamento.

Tratamento	Sobrevivência (%)	Teor de água (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Xz	0	47,47	0	0
Xy	0	43,17	0	0
White spirit (controlo)	15,47	56,22	2,68	3,67
Pinho (controlo)	73,26	49,68	5,37	4

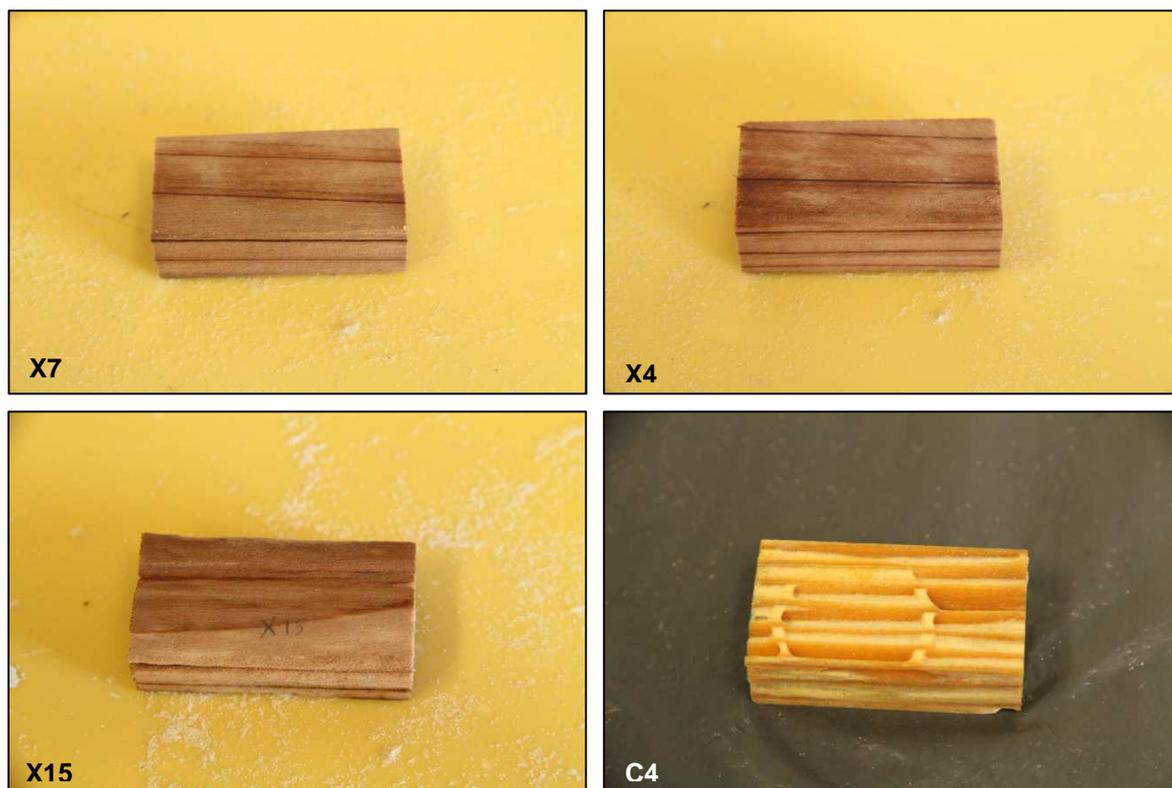


Figura 3.5 – Provetes de criptoméria “rosa” com: Produto Xz (X7); Produto Xy (X4); e white spirit (X15), e provete controlo de pinho bravo (C4).

## 4 | Discussão / Conclusão

Relativamente à durabilidade natural da madeira, o projecto de norma prEN350: 2014 [3], com base em ensaios realizados segundo o método descrito na norma EN117: 2005 [2], estabelece três classes de durabilidade para a madeira, baseadas no nível de ataque dos provetes, como definido no quadro seguinte:

Quadro 4.1 – Classes de durabilidade da madeira segundo o projecto de Norma Europeia prEN350 [3]

Classe de Durabilidade	Descrição	Níveis de ataque
D	Durável	>90% "0 e 1" com um máximo de 10% "2"
M	Medianamente durável	<50% "3 e 4"
S	Não durável	>50% "3 e 4"

Considerando os resultados obtidos e as diferenças encontradas entre as duas ilhas apresenta-se seguidamente um resumo da classe de durabilidade obtida, a partir da análise dos níveis de ataque de todos os provetes (ver Anexo), por ilha e considerando ou não para São Miguel os ensaios com criptoméria "negra".

Quadro 4.2 – Classes de durabilidade face à ação de térmitas subterrâneas da madeira de criptoméria açoriana

Origem	Níveis de ataque (% de provetes com nível 3 ou 4)	Classe de Durabilidade	Descrição
São Miguel ("rosa")	30	M	
São Miguel ("rosa" e "negra")	27,5	M	Medianamente durável
Terceira ("rosa")	10	M	

No quadro 4.3 comparam-se os resultados obtidos no presente ensaio com as características da criptoméria descritas no projecto de Norma Europeia prEN 350 [3]. Os valores de massa volúmica foram obtidos no âmbito da caracterização mecânica da madeira de criptoméria [5].

Os resultados apresentados no presente relatório conduzem a atribuição de uma classe de durabilidade natural face a térmitas subterrâneas superior à descrita na Norma Europeia de referência. A madeira de criptoméria açoriana pode ser descrita como "**Medianamente durável**".

**Quadro 4.3 – Comparação entre os resultados obtidos no presente ensaio e a classe de durabilidade da criptoméria segundo o projecto de Norma Europeia prEN350 [3].**

Nome científico	Nome comum	Origem	Massa volúmica (kg/m <sup>3</sup> )	Classe de durabilidade (térmitas)	Observações relevantes
<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Criptoméria Sugi</i>	Este da Ásia e cultivada na Europa	280-320-400	S (não durável)	Tratabilidade e durabilidade do cerne muito variáveis
		São Miguel (Açores)	245-338-461	M (Medianamente durável)	Durabilidade do cerne muito variável
		Terceira (Açores)	236-318-444		

No entanto, e tal como também referido na Norma, a variabilidade dos resultados é muito elevada. Esta classificação de durabilidade natural deve ser vista com algum cuidado particularmente para aplicações sujeitas a humedificação permanente (classe de risco 4 segundo a NP335:2013) [6]. A realização de ensaios em contacto com o solo (NP EN 252:1992) [7] poderá ser uma forma de ajustar a presente classificação de durabilidade natural a aplicações mais exigentes para a madeira.

Relativamente à durabilidade adquirida, os dois produtos ensaiados, para os níveis de absorção usados, conferiram protecção total à madeira de cerne de criptoméria. Considera-se, no entanto, que seria interessante no futuro comprovar a eficácia após a aplicação de provas de envelhecimento artificial (evaporação e deslavage).

Lisboa, LNEC, abril de 2015

VISTOS

A Chefe do Núcleo de Comportamento de Estruturas



Helena Cruz

AUTORIA



Lina Nunes  
Investigador Auxiliar

Ø Diretor do Departamento de Estruturas



José Manuel Catarino



Marta Duarte  
Mestre em Qualidade e Gestão do Ambiente

## Referências Bibliográficas

- [1] MACHADO, J.S.; NUNES, L.. 2014. **Protocolo de amostragem – Madeira de criptoméria para ensaio**. Nota Técnica 1/2014 - DE/NCE. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [2] prEN 350:2014. **Durability of wood and wood-based products. Testing and classification of the resistance to biological agents, the permeability to water and the performance of wood and wood-based materials**. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [3] NP EN 13183-1:2013. **Teor de água de um provete de madeira serrada. Parte 1: Determinação pelo método de secagem**. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [4] EN 117. 2005. **Wood preservatives. Determination of toxic values against Reticulitermes species (European termites) (Laboratory method)**. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [5] MACHADO, J.S.; SILVA, A.. 2015. **Proposta de norma de classificação visual de madeira de criptoméria para fins estruturais**. Relatório 124/2015 DE/NCE. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- [6] EN 335:2013. **Durability of wood and wood-based products. Use Classes: definitions, application to solid wood and wood-based products**. European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
- [7] NP EN 252: 1992. **Ensaio de campo para determinação da eficácia protectora de um produto preservador de madeiras em contacto com o solo**. Instituto Português da Qualidade Lisboa.



**ANEXO**  
**Resultados totais obtidos nos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas**



**Quadro I.I – Resultados dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, sem tratamento, proveniente de três árvores diferentes provenientes da ilha da Terceira.**

Madeira	Localização	Árvore	Número	Sobrevivência (%)	Teor de água (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Criptoméria Rosa	P1 -T34	A7	1	0	34,53	0	2
			2	0	31,58	0	1
			3	0	30,2	0	2
			4	0	31,02	0	1
			5	1,6	31,7	0	1
			6	0	29,81	0	2
			7	2,8	29,63	0	3
			8	0,4	33,08	0	2
			9	0	33,58	0	1
			10	0	33,58	0	1
			<b>Média</b>	<b>0,5</b>	<b>31,57</b>	<b>0</b>	<b>1,60</b>
Criptoméria Rosa	P2-T51	A5	1	0	35,03	0	1
			2	0	32,15	0,86	3
			3	0	35,52	0	2
			4	0	31,36	0	2
			5	0	32,43	0	1
			6	0	32,09	0	2
			7	0	31,5	0	1
			8	24,8	36,38	1,73	4
			9	0	34,2	0	1
			10	0	34,94	0	1
			<b>Média</b>	<b>2,5</b>	<b>33,56</b>	<b>0,26</b>	<b>1,80</b>
Criptoméria Rosa	P2-T45	A2	1	0	62,94	0	2
			2	0	58,07	0	2
			3	0	42,08	0	1
			4	0	36,82	0	1
			5	0	37,55	0	1
			6	0	35,11	0	2
			7	0	66,82	0	1
			8	0	69,4	0	1
			9	0	41,72	0	1
			10	0	68,55	0	1
			<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>51,90</b>	<b>0</b>	<b>1,30</b>

**Quadro I.II – Resultados dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, sem tratamento, proveniente de três árvores diferentes provenientes da ilha de S. Miguel.**

Madeira	Localização	Árvore	Número	Sobrevivência (%)	Teor de água (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Criptoméria Rosa	P1-SM206	A5	1	0	39,45	2,56	4
			2	0	52,69	0	1
			3	28,0	99,51	11,09	4
			4	0	57,88	0	1
			5	0	40,66	0	1
			6	0	51,21	0	1
			7	0	37,36	0,69	2
			8	0	61,88	0	3
			9	0	36,53	0	1
			10	0	43,31	0,93	2
			<b>Média</b>	<b>2,8</b>	<b>52,05</b>	<b>1,37</b>	<b>2,0</b>
Criptoméria Rosa	P2-SM222	A1	1	0	32,91	0,1	2
			2	0	28,73	0,3	2
			3	0	39,02	0	2
			4	0	46,05	0	2
			5	0	32,1	0	2
			6	0	31,05	0	2
			7	0	44,8	0	1
			8	0	33,69	0	1
			9	0	29,4	0	2
			10	0	37,93	2,24	3
			<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>35,57</b>	<b>0,26</b>	<b>1,90</b>
Criptoméria Rosa	P2-SM246	A5	1	0	39,33	1,64	3
			2	0	35,75	0	1
			3	0	82,07	0	2
			4	0	39,67	0	2
			5	0	61,11	0	2
			6	3,6	44,84	0	2
			7	0	91,38	8,76	4
			8	0	36,96	1,58	3
			9	0	67,10	1,98	3
			10	40,0	76,06	8,98	4
			<b>Média</b>	<b>4,4</b>	<b>57,49</b>	<b>2,29</b>	<b>2,60</b>

**Quadro I.III – Resultados dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria negra**

Madeira	Número	Sobrevivência (%)	Teor de água (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Criptoméria Negra	1	0	28,89	0	1
	2	0	34,69	0	1
	3	36,0	40,73	1,56	3
	4	0	27,13	0	1
	5	0	31,73	0	2
	6	0	33,14	0	1
	7	0	30,89	0,51	3
	8	0	25,02	0	1
	9	0	36,64	0	1
	10	40,0	34,45	0	2
	<b>Média</b>	<b>7,6</b>	<b>32,33</b>	<b>0,11</b>	<b>1,60</b>

**Quadro I.IV – Resultados dos ensaios controlo de resistência da madeira ao ataque de térmitas subterrâneas.**

Madeira	Número	Sobrevivência (%)	Teor de água (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Pinho (Controlo)	1	100	55,60	12,86	4
	2	56,8	30,55	3,20	4
	3	65,2	41,44	4,75	4
	4	68,8	80,01	5,73	4
	5	80,4	58,76	2,28	4
	6	66,4	45,81	3,80	4
	7	75,2	35,59	7,27	4
	<b>Média</b>	<b>73,3</b>	<b>49,68</b>	<b>5,37</b>	<b>4</b>

**Quadro I.V – Resultados dos ensaios de resistência às térmitas subterrâneas de madeira de criptoméria, com tratamento, proveniente de três árvores diferentes provenientes de duas ilhas diferentes.**

Tratamento	Localização	Árvore	Número	Sobrevivência (%)	Teor de água (%)	Perdas de massa (%)	Nível de ataque
Xz	P1-SM206	A5	1	0	44,57	0	0
	P2-SM222	A1	2	0	40,10	0	0
	P2-SM246	A5	3	0	66,27	0	0
	P1-T45	A2	4	0	46,00	0	0
	P1-T34	A7	5	0	40,38	0	0
	P2-T51	A5	6	0	47,49	0	0
				<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>47,47</b>	<b>0</b>
Xy	P1-SM206	A5	1	0	43,92	0	0
	P2-SM222	A1	2	0	37,45	0	0
	P2-SM246	A5	3	0	50,79	0	0
	P1-T45	A2	4	0	54,16	0	0
	P1-T34	A7	5	0	34,70	0	0
	P2-T51	A5	6	0	38,03	0	0
				<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>43,17</b>	<b>0</b>
White spirit (Controlo)	P1-SM206	A5	1	0	35,54	2,14	4
	P2-SM222	A1	2	0	32,97	5,62	4
	P2-SM246	A5	3	24,40	73,06	3,40	4
	P1-T45	A2	4	0	63,92	0	2
	P1-T34	A7	5	11,20	44,00	1,38	4
	P2-T51	A5	6	57,20	87,86	3,53	4
				<b>Média</b>	<b>15,47</b>	<b>56,22</b>	<b>2,68</b>