

## MATERIAIS PARA REDES – SUPORTES PARA LINHAS AÉREAS

### Postes de madeira para redes de BT

Características e ensaios

---

**Elaboração:** DTI

**Homologação:** Abril 2008

**Edição:** 2ª. Substitui a anterior edição de DEZ 2000

---

**Emissão:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
DTI – Direcção de Tecnologia e Inovação  
R. Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 LISBOA • Tel.: 210021500 • Fax: 210021444  
E-mail: dti@edp.pt

**Divulgação:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
GBCO – Gabinete de Comunicação  
Rua Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 LISBOA • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

**ÍNDICE**

1	OBJECTO .....	3
2	CAMPO DE APLICAÇÃO .....	3
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	3
4	TERMOS E DEFINIÇÕES .....	6
5	CARACTERÍSTICAS .....	8
5.1	Características da madeira.....	8
5.2	Dimensões principais.....	8
5.3	Rectilinearidade .....	9
5.4	Planicidade e inclinação da base.....	9
5.5	Geometria e dimensões da ponta.....	9
5.6	Defeitos não admissíveis.....	9
5.7	Defeitos admissíveis.....	9
5.8	Tratamento, retenção e penetração .....	9
5.9	Número de anéis na secção da ponta.....	10
5.10	Deformações ou grupos de nós na cabeça.....	10
5.11	Furos e entalhes .....	10
5.12	Resistência mecânica .....	10
5.13	Tolerâncias dimensionais.....	11
6	MARCAÇÃO .....	11
7	ENSAIOS .....	11
7.1	Verificação das características da madeira.....	12
7.2	Verificação das dimensões principais .....	12
7.3	Verificação da rectilinearidade .....	12
7.4	Verificação da planicidade e inclinação da base .....	12
7.5	Verificação da geometria e dimensões da ponta .....	12
7.6	Verificação da existência de defeitos não admissíveis.....	12
7.7	Verificação da existência de defeitos admissíveis.....	12
7.8	Verificação do tratamento, retenção e penetração .....	12
7.8.1	Ensaio de determinação do teor de água .....	12
7.8.2	Ensaio de determinação da retenção do produto preservador .....	13
7.8.3	Ensaio de determinação da penetração do produto preservador.....	13
7.9	Verificação do número de anéis na secção da ponta .....	13
7.10	Verificação de deformações ou grupos de nós na cabeça .....	13
7.11	Verificação de furos e entalhes.....	13
7.12	Ensaio de verificação da resistência mecânica.....	14
7.12.1	Disposições para o ensaio de resistência mecânica.....	14
7.12.2	Condução do ensaio de resistência mecânica.....	14
7.13	Verificação da marcação .....	14
	ANEXO A - ELEMENTOS PARA O ENSAIO DE RESISTÊNCIA MECÂNICA.....	16

## 1 OBJECTO

O presente documento trata da especificação das características de postes de madeira destinados a linhas aéreas de BT da EDP Distribuição, e dos ensaios de comprovação dessas características.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento é aplicável aos postes de madeira obtidos de árvores das espécies "*Pinus Pinaster, Sol*" ou "*Pinus Silvestris, L.*"<sup>1)</sup>, ou de outras que, pelas suas características, a EDP Distribuição possa considerar igualmente aptas para o fim em vista.

As solicitações nominais e dimensões dos postes de madeira normalizados pela presente especificação estão indicadas no quadro 1 seguinte, sendo d o diâmetro da secção transversal do topo, e D o diâmetro da secção transversal a 1 metro da base.

**Quadro 1**  
Solicitações nominais e dimensões dos postes de madeira normalizados

Solicitação nominal (daN) (*)	Altura total, H					
	9 m		10 m		12 m	
	d (cm)	D (cm)	d (cm)	D (cm)	d (cm)	D (cm)
100	12	18	12	19		
125	13	19	13	20		
180	15	21	15	22	16	24
240	17	23	17	24	17	26
300	19	25	19	26	19	28
400	21	27	21	28,5	21	30,5
500	23	29	23	30,5		

(\*) Valor arredondado da solicitação estipulada (ver quadro 3, secção 5.12 do presente documento)

## 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Como fontes de informação complementar sobre o assunto tratado no presente documento, indicam-se as seguintes normas e documentos de referência:

NP 180:1962 (Ed. 1)	Anomalias e defeitos da madeira.
NP 267:1986 (Ed. 2)	Postes de madeira de pinheiro bravo para linhas eléctricas. Características, dimensionamento, preparação e tratamento.

1) O pinheiro silvestre (*Pinus Silvestris*) é uma espécie muito próxima da do nosso pinheiro bravo (*Pinus Pinaster*).

NP 480:1983 (Ed. 2)	Madeira serrada de resinosas. Dimensões. Termos e definições.
NP 481:1983 (Ed. 2)	Madeira serrada de resinosas. Dimensões. Métodos de medição.
NP 614:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Determinação do teor em água.
NP 615:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Determinação da retracção.
NP 616:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Determinação da massa volúmica.
NP 617:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Determinação da dureza.
NP 618:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Ensaio de compressão axial.
NP 619:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Ensaio de flexão estática.
NP 620:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Ensaio de flexão dinâmica.
NP 621:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Ensaio de tracção transversal.
NP 622:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Ensaio de fendimento.
NP 623:1973 (Ed. 1)	Madeiras. Ensaio de corte.
NP 710:1968 (Ed. 1)	Embalagens de madeira. Classificação e terminologia.
NP 890:1972 (Ed. 1)	Madeiras de resinosas. Nomenclatura comercial.
NP 1881:1982 (Ed. 1)	Madeiras redondas. Métodos de medição.
NP 2080:1985 (Ed. 1)	Preservação de madeiras. Tratamento de madeiras para construção.
NP 3229:1988 (Ed. 1)	Madeiras redondas de resinosas. Classificação por qualidade.
EN 335-1:2006 (Ed. 2)	Durability of wood and wood- based products. Definition of use classes. Part 1: General.
EN 335-2:2006 (Ed. 2)	Durability of wood and wood-based products. Definition of use classes. Part 2: Application to solid wood.
EN 335-3:1995 (Ed. 1)	Durability of wood and wood-based products. Definition of hazard classes of biological attack. Part 3: Application to wood-based panels.
EN 336:2003 (Ed. 2)	Structural timber. Sizes, permitted deviations.
EN 338:2003 (Ed. 2)	Structural timber. Strength classes.

EN 350-1:1994 (Ed. 1)	Durabilidade da madeira e de produtos derivados. Durabilidade natural da madeira maciça. Parte 1: Guia dos princípios de ensaio e classificação da durabilidade natural da madeira.
EN 350-2:1994 (Ed. 1)	Durabilidade da madeira e de produtos derivados. Durabilidade natural da madeira maciça. Parte 2: Guia da durabilidade natural da madeira e da impregnabilidade das espécies de madeira seleccionadas pela sua importância na Europa.
EN 351-1:2007 (Ed. 2)	Durability of wood and wood-based products. Preservative-treated solid wood. Part 1: Classification of preservative penetration and retention.
EN 351-2:2007 (Ed. 2)	Durability of wood and wood-based products. Preservative-treated solid wood. Part 2: Guidance on sampling for the analysis of preservative-treated wood.
EN 384:2004 (Ed. 2)	Structural timber. Determination of characteristic values of mechanical properties and density.
EN 408:2003 (Ed. 2)	Timber structures. Structural timber and glued laminated timber. Determination of some physical and mechanical properties.
EN 599-1:1996 (Ed. 1)	Durability of wood and wood-based products. Performance of preventive wood preservatives as determined by biological tests.. Part 1: Specification according to hazard class.
EN 599-2:1995 (Ed. 1)	Durability of wood-based products. Performance of preventive wood preservatives as determined by biological tests. Part 2: Classification and labelling.
EN 12465:2001 (Ed. 1)	Wood poles for overhead lines – Durability requirements.
EN 12479:2001 (Ed. 1)	Wood poles for overhead lines – Sizes –Methods of measurement and permissible deviations.
EN 12 509:2001 (Ed. 1)	Wood poles for overhead lines – Test methods – Determination of modulus of elasticity, bending strength, density and moisture content.
EN 12510:2001EN 12510/AC	Wood poles for overhead lines – Strength grading criteria.
EN 12 511:2001 (Ed. 1)	Wood poles for overhead lines – Determination of characteristic values.
NP EN 21:1991 (Ed. 1)1	Produtos preservadores de madeiras. Determinação do limite de eficácia contra <i>Anobium punctatum</i> (De Geer) por transferência larvar (Método laboratorial).
NP EN 21/AC 1993	Produtos preservadores de madeiras. Determinação do limite de eficácia contra <i>Anobium punctatum</i> (De Geer) por transferência larvar (Método laboratorial).

NP EN 48:1991 (Ed. 1)	Produtos preservadores de madeiras. Determinação da eficácia curativa contra larvas de <i>Anobium punctatum</i> (De Geer). (Método laboratorial).
NP EN 48/AC:1993	Produtos preservadores de madeiras. Determinação da eficácia curativa contra larvas de <i>Anobium punctatum</i> (De Geer). (Método laboratorial).
NP EN 73:1991 (Ed. 1)	Produtos preservadores de madeiras. Prova de envelhecimento acelerado de madeiras tratadas antes dos ensaios biológicos. Prova de evaporação.
NP EN 152-1:1993 (Ed. 1)	Métodos de ensaio dos produtos preservadores de madeiras. Método laboratorial para determinação da eficácia preventiva de um tratamento de madeira aplicada contra o azulamento. Parte 1: Aplicação por pincelagem.
NP EN 252:1992 (Ed. 1)	Ensaio de campo para determinação da eficácia protectora de um produto preservador de madeiras em contacto com o solo.
NP EN 460:1995 (Ed. 1)	Durabilidade da madeira e de produtos derivados. Durabilidade natural da madeira maciça. Guia de exigências de durabilidade das madeiras na sua utilização segundo as classes de risco.

## 4 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para os fins do presente documento são aplicáveis as definições seguintes:

### 4.1

#### **ardido**

designação particular correspondente à fase incipiente da podridão branca provocada pelo *Trametes pini* (ou *Xanthocrous pini*) no cerne do pinheiro, que toma uma coloração avermelhada.

### 4.2

#### **azulado (ou humado)**

manchas cinzento - azuladas ou quase negras no borne devidas ao ataque de fungos cromogéneos.

### 4.3

#### **base do poste**

secção inferior do poste, aproximadamente normal ao seu eixo longitudinal.

### 4.4

#### **cabeça do poste**

parte superior e mais delgada do poste.

### 4.5

#### **cavidades**

falta de material ou deformação por cavidades de nós ou outras causas.

### 4.6

#### **comprimento total (ou altura total) do poste**

distância entre a base e o extremo superior do poste.

### 4.7

#### **fenda anelar**

solução de continuidade entre duas camadas de crescimento sucessivas, e que pode ser total (circular) ou parcial (em arco de círculo).

**4.8****fenda de abate**

fenda longitudinal partindo da base do tronco, ou da inserção duma pernada.

**4.9****fenda radial**

fenda segundo um plano radial do lenho.

**4.10****fio torcido**

disposição das fibras em hélices de maior ou menor passo.

**4.11****nós**

porções de ramos inclusos nos postes e que produzem um desvio local das fibras.

**4.12****nó aderente**

nó perfeitamente ligado ao tecido circundante.

**4.13****nó firme**

nó imperfeitamente ligado ao tecido lenhoso circundante.

**4.14****nó podre**

nó atacado por fungos causadores de podridões.

**4.15****nó são**

nó não atacado por agentes biológicos.

**4.16****nó soltadiço**

nó imperfeitamente ligado ao tecido lenhoso, formando cavilha, que facilmente se destaca da cavidade que o aloja.

**4.17****nós agrupados**

dois ou mais nós de tal modo próximos que as fibras circundantes estão inflectidas em torno do grupo por eles formado.

**4.18****podridões**

decomposição dos tecidos lenhosos pela acção dos fungos, com maior ou menor alteração da cor e aspecto, e diminuição de qualidades físicas e mecânicas.

**4.19****secção de encastramento**

é a secção do poste situada a uma distância da base igual a  $0,1 H + 0,5$ , sendo H a altura total do poste.

**4.20****topo ou ponta do poste**

extremidade superior do posto, geralmente talhada em cunha.

## 5 CARACTERÍSTICAS

### 5.1 Características da madeira

Os pinheiros de onde são obtidos os postes devem apresentar-se sãos e direitos e não devem ter feridas de resinagem com extensão superior a 80 cm e profundidade que possa afectar sensivelmente a resistência mecânica<sup>2)</sup>.

O número médio de anéis de crescimento anual por centímetro<sup>3)</sup> na secção da base dos postes, obtido dividindo o número de anéis anuais contados segundo o raio, pelo comprimento deste, em centímetros, não deve ser inferior a dois.

### 5.2 Dimensões principais

Os postes de madeira normalizados pela presente especificação são definidos pelas seguintes dimensões principais:

- comprimento total (ou altura total), H, expresso em metros;
- diâmetro da secção do topo, d, expressa em centímetros;
- diâmetro da secção transversal a 1m da base, D, expresso em centímetros;
- altura útil,  $h = 1 - (0,1H + 0,50)$ , expressa em metros;
- comprimento de encastramento,  $h_1 = 0,1H + 0,50$ , expresso em metros.

As dimensões principais dos postes normalizados pela presente especificação estão indicadas no quadro 2 seguinte.

**Quadro 2**  
**Dimensões principais dos postes normalizados**

Solicitação nominal (daN) (*)	Altura total, H					
	H = 9 m h = 7,6 m h <sub>1</sub> = 1,4 m		H = 10 m h = 8,5 m h <sub>1</sub> = 1,5 m		H = 12 m h = 10,3 m h <sub>1</sub> = 1,7 m	
	d (cm)	D (cm)	d (cm)	D (cm)	d (cm)	D (cm)
100	12	18	12	19		
125	13	19	13	20		
180	15	21	15	22	16	24
240	17	23	17	24	17	26
300	19	25	19	26	19	28
400	21	27	21	28,5	21	30,5
500	23	29	23	30,5		

(\*) Valor arredondado da solicitação estipulada (ver quadro 3, secção 5.12 do presente documento - Força aplicada 0,25 m abaixo do topo do poste; vento de pressão dinâmica, q, igual a 750 Pa, actuando na mesma direcção e sentido da solicitação estipulada; coeficiente de forma aerodinâmico do poste, c, igual a 0,6; coeficiente de segurança do poste à rotura por flexão igual a 2,5; tensão de rotura por flexão da madeira igual a 44,12 MPa (450 kgf/cm<sup>2</sup>).

2) Condições satisfeitas se a resinagem tiver sido praticada de acordo com a regulamentação existente.

3) Um anel de crescimento anual compreende dois anéis consecutivos: um de lenho inicial, mais claro, e outro de lenho final, mais escuro.

### 5.3 Rectilinearidade

Os postes devem ser direitos, admitindo-se, no entanto, ligeiras curvaturas, desde que a linha recta que une os centros das secções no topo e a 1 m da base não intersecte a superfície lateral do poste.

### 5.4 Planicidade e inclinação da base

A secção da base deve ser plana e perpendicular ao eixo longitudinal do poste.

### 5.5 Geometria e dimensões da ponta

A ponta dos postes deve ser talhada em cunha com a altura de 7 cm.

As duas superfícies definidoras da cunha devem ficar separadas de 1 cm no vértice.

### 5.6 Defeitos não admissíveis

Não são admissíveis os seguintes defeitos:

- fendas de abate e fendas anelares;
- fendas radiais que se prolonguem até à medula; fendas radiais que, pela sua localização e dimensões, possam comprometer a resistência mecânica dos postes ou a fixação do seu equipamento, o que é susceptível de se verificar quando a largura máxima, medida à superfície, excede 1 cm e quando o comprimento máximo excede 8 vezes o diâmetro do poste a meia distância entre os extremos da fenda;
- fio torcido com passo inferior ao comprimento total do poste;
- infecções por fungos de podridão;
- infestações por insectos xilófagos;
- nós podres ou soltadiços.

### 5.7 Defeitos admissíveis

São admissíveis os seguintes defeitos:

- nós são e aderentes, isolados ou agrupados, quando não comprometam a resistência mecânica do poste, pelo seu tamanho, pela sua quantidade ou pela sua localização<sup>4)</sup>;
- ardido em estado que não prejudique a resistência mecânica<sup>5)</sup>;
- azulado em estado que não prejudique o tratamento<sup>6)</sup>.

### 5.8 Tratamento, retenção e penetração

A impregnação dos postes deve fazer-se em instalação apropriada, por processo Bethell de vácuo e pressão.

Os postes só devem ser sujeitos à impregnação quando o seu teor de água for igual ou inferior ao indicado pelo fabricante do produto preservador, com um máximo de 25%<sup>7)</sup>.

Após o processo de tratamento, e até serem dados como prontos para entrega, os postes devem permanecer em repouso, empilhados em grades, durante o período indicado pelo fabricante do produto preservador, com um mínimo de 15 dias.

---

4) O maior diâmetro do nó não deve exceder  $\frac{1}{4}$  do diâmetro do poste medido ao nível em que o nó se situa.

5) Considera-se que a resistência mecânica não é afectada quando o cerne, por acção do fungo do ardido e no estado inicial da infecção, se apresenta avermelhado, sem qualquer vestígio de podridão.

6) Considera-se que os fungos do azulado podem afectar a impregnação da madeira quando se desenvolvem intensamente em superfície e em profundidade.

7) A determinação do teor de humidade deve fazer-se utilizando higrómetro de leitura directa, com um alcance mínimo de 12 cm, ou aplicando o método laboratorial prescrito na NP 267.

Os produtos preservadores a serem utilizados no tratamento na forma hidro-solúvel deverão:

- estar certificados pelo FCBA (CTB-P+);
- garantir a eficácia requerida na EN 599-1 para a classe de risco 4 definida na EN 335-1 e EN 335-2;
- garantir a não afectação de materiais ferrosos, com protecção de superfície por galvanização por imersão a quente, electrozincagem com passivação a amarelo ou Dracomet, aço inox e ligas de alumínio/silício por corrosão provocada pelos seus componentes químicos;
- cumprir com toda a legislação Europeia no que diz respeito a utilização de produtos biocidas.

Os postes de madeira tratados deverão:

- satisfazer uma classe de penetração P8 de acordo com o estabelecido na norma EN 351-1;
- uma retenção mínima, referida ao volume total sujeito a impregnação (cerne+borne) em kg/m<sup>3</sup>, superior em 25% ao valor crítico indicado para o produto nas listas de certificação CTB-P+, para a classe 4, publicada pelo FCBA;
- ter uma garantia contra defeitos de tratamento de 15 anos.

### 5.9 Número de anéis na secção da ponta

O número de anéis anuais na secção da ponta do poste não deve ser inferior ao número de centímetros do seu diâmetro na ponta.

### 5.10 Deformações ou grupos de nós na cabeça

Até 1,5 m contados a partir da ponta do poste, o poste não deve apresentar quaisquer deformações ou grupos de nós que possam prejudicar a fixação de ferragens.

### 5.11 Furos e entalhes

Os furos e entalhes necessários para a utilização dos postes devem ser feitos antes do tratamento. Nos casos em que esta condição não possa ser satisfeita deve ser realizada a protecção posterior das zonas expostas por aplicação local abundante do produto preservador utilizado.

### 5.12 Resistência mecânica

Os postes não devem romper sob a acção de uma carga inferior a 2,5 (F+W), sendo:

- F: solicitação estipulada (força concentrada aplicada a 0,25 m do topo do poste, perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, com o valor indicado no quadro 3 seguinte);
- W: solicitação devida ao vento com a pressão dinâmica de 750 Pa (força distribuída entre o topo e a secção de encastramento do poste; coeficiente de forma do poste,  $c = 0,6$ ) sobre o poste.

**Quadro 3**  
Solicitações estipuladas, F <sup>8)</sup>

Solicitação nominal (daN) (*)	Altura total, H					
	9 m		10 m		12 m	
	d / D (cm)	F (daN)	d / D (cm)	F (daN)	d / D (cm)	F (daN)
100	12/18	106	12/19	107		
125	13/19	128	13/20	129		
180	15/21	180	15/22	178	16/24	180
240	17/23	243	17/24	246	17/26	237
300	19/25	319	19/26	312	19/28	305
400	21/27	409	21/28,5	420	21/30,5	405
500	23/29	514	23/30,5	523		

(\*) Solicitação nominal (valor arredondado da solicitação estipulada).

8) Solicitação estipulada.

### 5.13 Tolerâncias dimensionais

Em relação às dimensões especificadas, as tolerâncias são as indicadas no quadro 4 seguinte.

**Quadro 4**  
Tolerâncias dimensionais

Secção	Dimensões	Tolerâncias		Observações
		Positivas	Negativas	
5.2	Comprimento total, H	+10 cm	0 cm	(*)
5.2	Comprimento de enterramento	+ 10 cm	0 cm	
5.2	Diâmetros das secções transversais	+ 10%	0 %	(**)
5.4	Inclinação da base	15%		
5.11	Furos e entalhes	(***)	(***)	(***)

(\*) A medição do comprimento total do poste deve ser feita com aproximação ao centímetro.

(\*\*) Os valores dos diâmetros da secção do topo e da secção transversal a 1 m da base obtêm-se pela média aritmética de dois diâmetros ortogonais medidos com erro inferior a 0,5 cm, em cada uma das referidas secções.

(\*\*\*) A indicar na consulta.

## 6 MARCAÇÃO

Os postes devem receber, depois da impregnação, as marcas a fogo seguintes, colocadas a cerca de 4 m da extremidade inferior e agrupadas pela ordem que se indica:

- entidade que realizou o tratamento (abreviatura convencional);
- referência do poste;
- ano e semana de tratamento de acordo com a norma ISO 8601 em representação truncada na forma YYWww (exemplo: 08WO2 para a 2ª semana de 2008);
- traço horizontal na secção de encastramento.

A marcação poderá também ser efectuada por pregos em liga anticorrosiva com os mesmos dizeres que a marcação a fogo.

## 7 ENSAIOS

As características dos postes de madeira devem ser comprovadas por ensaios, de tipo e de série, indicados no quadro 5 seguinte.

**Quadro 5**  
Ensaio de tipo e de série de postes de madeira

Secção deste documento	Ensaio de tipo	Ensaio de série
7.1	X	X
7.2	X	X
7.3	X	X
7.4	X	X
7.5	X	X
7.6	X	X
7.7	X	X
7.8	X	
7.9	X	X
7.10	X	X
7.11	X	X
7.12	X	
7.13	X	X

### 7.1 Verificação das características da madeira

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições da secção 5.1 deste documento.

### 7.2 Verificação das dimensões principais

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições das secções 5.2 e 5.13 do presente documento.

### 7.3 Verificação da rectilinearidade

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições da secção 5.3 deste documento.

### 7.4 Verificação da planicidade e inclinação da base

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições das secções 5.4 e 5.13 do presente documento.

### 7.5 Verificação da geometria e dimensões da ponta

Os resultados da verificação devem ser conformes com prescrições das secções 5.5 e 5.13 do presente documento.

### 7.6 Verificação da existência de defeitos não admissíveis

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições da secção 5.6 deste documento.

### 7.7 Verificação da existência de defeitos admissíveis

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições do presente documento na secção 5.7 e respectivas notas <sup>4)</sup>, <sup>5)</sup> e <sup>6)</sup>.

### 7.8 Verificação do tratamento, retenção e penetração

Os resultados dos ensaios, a realizar segundo as subsecções 7.8.1, 7.8.2 e 7.8.3, seguintes, devem ser conformes com as prescrições da secção 5.8 do presente documento.

#### 7.8.1 Ensaio de determinação do teor de água

Extrai-se a cerca de meio comprimento do poste, na direcção radial, por meio de trado apropriado (verruma de Pressler), um pequeno cilindro com cerca de 15 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro, que constitui o provete de ensaio.

Pesa-se imediatamente a seguir o provete, com a aproximação inferior a 0,05 g, e seca-se numa estufa com ventilação, a 103 °C, até se atingir peso constante.

O teor de água do provete, em percentagem, é:

$$— H = 100 (m_1 - m_2)/m_2$$

em que:

- $m_1$  - massa do provete húmido, em gramas;
- $m_2$  - massa do provete seco, em gramas.

O resultado apresenta-se arredondado às décimas.

### 7.8.2 Ensaio de determinação da retenção do produto preservador

Antes do tratamento, determina-se a massa e o volume dos postes que constituem cada carga da autoclave de impregnação.

O volume, em metros cúbicos, de um poste pode determinar-se pela expressão que se utiliza para o cálculo do volume de um tronco de cone de bases paralelas.

$$— V = (\pi H / 12) (D_0^2 + d^2 + D_0 d)$$

em que:

- H – atura total do poste, em metros;
- $D_0$  e d – diâmetros da base e do topo do poste, em metros.

Após o tratamento, determina-se novamente a massa total de cada carga da autoclave de impregnação.

A retenção do produto preservador nos postes que constituem essa carga, em quilogramas por metro cúbico, é:

$$— R = (m_2 - m_1) / V$$

em que:

- $m_1$  - massa de uma carga antes da impregnação, em quilogramas;
- $m_2$  - massa da mesma carga depois da impregnação, em quilogramas;
- V - volume dessa carga, em metros cúbicos.

Nos caso em que a pesagem dos postes não seja praticável, a determinação da massa do produto absorvido por cada carga da autoclave de impregnação pode ser feita a partir dos valores lidos num indicador de níveis do reservatório de produto preservador, antes e depois de cada tratamento.

### 7.8.3 Ensaio de determinação da penetração do produto preservador.

Em seguida ao tratamento, extrai-se um provete com cerca de 0,5 cm de diâmetro a cerca de meio comprimento do poste, perfurando este, por meio de trado apropriado numa direcção radial e de modo a penetrar no cerne. Observa-se o provete imediatamente após a sua colheita e verifica-se se o produto preservador penetrou todo o borne até atingir o cerne.

A extracção e a observação do provete devem ser feitas nos momentos indicados para evitar que a migração e a exsudação do produto preservador falseiem o resultado do ensaio.

O furo aberto no poste deve ser totalmente preenchido com um taco de madeira impregnada, bem ajustado.

## 7.9 Verificação do número de anéis na secção da ponta

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições do presente documento, nomeadamente na secção 5.9 e ainda tendo em conta a nota <sup>2)</sup> da secção 5.1.

## 7.10 Verificação de deformações ou grupos de nós na cabeça

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições da secção 5.10 do presente documento.

## 7.11 Verificação de furos e entalhes

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições das secções 5.11 e 5.13 do presente documento.

## 7.12 Ensaio de verificação da resistência mecânica

O ensaio deve ser realizado segundo as secções 7.12.1 e 7.12.2 seguintes. Os resultados do ensaio devem ser conformes com as prescrições da anterior secção 5.12.

### 7.12.1 Disposições para o ensaio de resistência mecânica

Coloca-se o poste horizontalmente, sem contactar com o solo, e encastrado por meio de dois calços de madeira rigidamente ligados a uma base de suporte, situando-se um dos calços junto à base do poste e o outro com a face do lado do topo no plano da secção de encastramento (ver figura 1 seguinte).

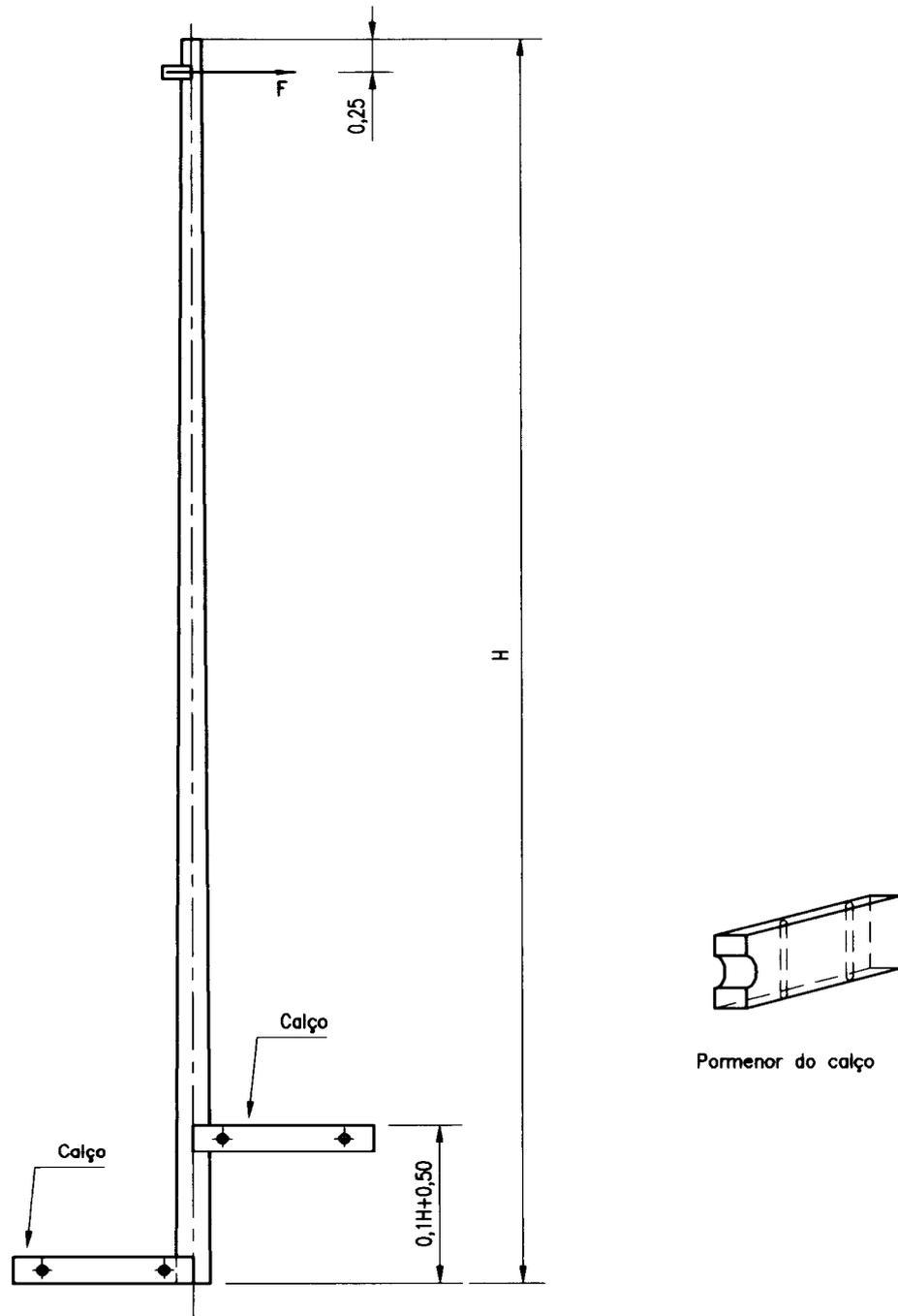
### 7.12.2 Condução do ensaio de resistência mecânica

Aplica-se, normalmente ao eixo do poste e a 25 cm do topo, uma força concentrada progressivamente crescente até ser atingida a rotura do poste. A força de rotura é o valor máximo da força suportada pelo poste durante o ensaio.

Considera-se que o poste não satisfaz desde que se verifique a rotura, num ensaio realizado com a madeira seca ao ar, pela aplicação de uma força que corresponda a uma tensão igual ou inferior a 44,12 Mpa (450 kgf/cm<sup>2</sup>) na secção de encastramento.

## 7.13 Verificação da marcação

Os resultados da verificação devem ser conformes com as prescrições da secção 6 do presente documento.



Nota: Dimensões em metros

Figura 1 – Ensaio de verificação de resistência mecânica

## ANEXO A

## ELEMENTOS PARA O ENSAIO DE RESISTÊNCIA MECÂNICA

H – comprimento total (ou altura total) do poste

d – diâmetro da secção do topo do poste

D – diâmetro da secção transversal a 1 m da base do poste

F – solicitação estipulada do poste

V – força que, aplicada normalmente ao poste, na secção 0,25 m abaixo do seu topo, provoca na secção de encastramento do poste um momento flector igual ao provocado pela solicitação do vento, W (ver secção 5.12 do presente documento).

H (m)	d (cm)	D (cm)	F (daN)	V (daN)	(F + V) (daN)	2,5 (F + V) (daN)
9	12	18	106	24,6	131	327
9	13	19	128	26,3	154	385
9	15	21	180	29,9	210	525
9	17	23	243	33,4	276	690
9	19	25	319	37,0	356	890
9	21	27	409	40,5	449	1122
9	23	29	514	44,0	558	1395
10	12	19	107	28,0	135	337
10	13	20	129	30,0	159	397
10	15	22	178	33,9	212	530
10	17	24	246	37,8	284	710
10	19	26	312	41,8	354	885
10	21	28,5	420	46,0	466	1165
10	23	30,5	523	50,0	573	1432
12	16	24	180	38,0	218	545
12	17	26	237	40,4	277	692
12	19	28	305	45,1	350	875
12	21	30,5	405	49,9	455	1137

De acordo com a secção 5.12 do presente documento, nenhuma secção do poste deve romper sob uma carga inferior a 2,5 (F + W), sendo F uma carga concentrada (solicitação estipulada) aplicada na secção 0,25 m abaixo do topo do poste, e W uma carga distribuída, entre o topo e a secção de encastramento, devida ao vento. Consequentemente, a secção de encastramento do poste não deve romper sob uma carga concentrada inferior a 2,5 (F+V), aplicada na secção do poste situada 0,25 m abaixo do topo.