

## **PARTE III MATERIAIS E ENQUADRAMENTO**

### **TÍTULO 61 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS PARA O CASCO**

#### **SEÇÃO 2 ESTRUTURA**

##### **CAPÍTULOS**

- A ABORDAGEM
- B AÇO ESTRUTURAL LAMINADO  
Ver Título 11
- C AÇO FUNDIDO  
Ver Título 11
- D AÇO FORJADO  
Ver Título 11
- E MATERIAL ADICIONADO EM SOLDA  
Ver Título 11
- F SOLDAGEM  
Ver Título 11
- G ALUMÍNIO  
Ver Título 11



## CONTEÚDO

<b>CAPÍTULO A .....</b>	<b>5</b>
<b>ABORDAGEM .....</b>	<b>5</b>
<b>A1. APLICAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
100. <i>Materiais enquadrados .....</i>	<i>5</i>
<b>A2. CONTROLE DA MADEIRA.....</b>	<b>5</b>
100. <i>Cuidados com a madeira bruta .....</i>	<i>5</i>
200. <i>Armazenagem da madeira .....</i>	<i>6</i>
300. <i>Madeiras Brasileiras e Tabelas .....</i>	<i>6</i>
400. <i>Secagem e impregnação .....</i>	<i>6</i>
<b>A3. INSPEÇÕES E TESTES .....</b>	<b>6</b>
100. <i>Madeira .....</i>	<i>6</i>
200. <i>Aceitação da madeira .....</i>	<i>7</i>



## CAPÍTULO A ABORDAGEM

### CONTEÚDO DO CAPÍTULO

- A1. APLICAÇÃO
- A2. CONTROLE DA MADEIRA
- A3. INSPEÇÕES E TESTES

## A1. APLICAÇÃO

### 100. Materiais enquadrados

101. Estas prescrições aplicam-se aos materiais que entram na construção ou reparo das partes das embarcações que estão compreendidas no âmbito destas Regras a título de classificação.

102. Outros materiais não citados poderão ser eventualmente utilizados, desde que sejam aprovados pelo RBNA, o qual, se for o caso, estabelecerá o processo para esta aprovação.

103. Materiais metálicos a serem empregados não são cobertos por estas Regras. Referência é feita às Regras para navios de aço, de alumínio e de FRP da Navegação Interior e/ou Mar Aberto, também no seu Título 61.

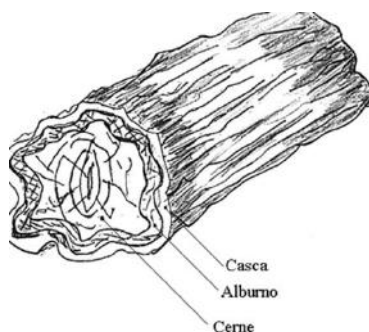
## A2. CONTROLE DA MADEIRA

### 100. Cuidados com a madeira bruta

101. A substância denominada madeira tem como propriedade ser elástica, tenaz, durável e facilmente moldável.

102. O tronco da árvore é composto por três partes: a casca, o alburno e o cerne. O alburno é a parte da qual a madeira é cortada, enquanto o cerne é normalmente utilizado na fabricação de livros.

**FIGURA F.A2.102.1 – CONSTITUIÇÃO DO TRONCO**



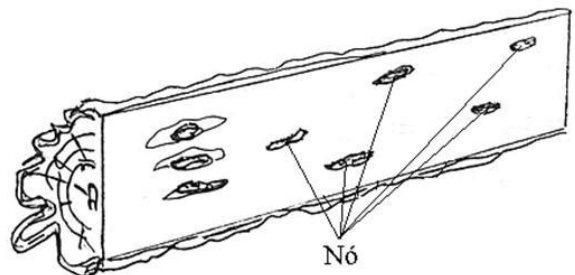
103. A madeira utilizada para construção naval deve possuir durabilidade, uniformidade de substância, linearidade das fibras e elasticidade.

104. Seguem ilustrações dos principais tipos de defeitos encontrados em madeiras rígidas e macias os quais devem ser evitados no material selecionado:

a. descoloração: quando a coloração varia muito do cerne para a periferia, é sinal de que a árvore da qual a madeira foi extraída estava afetada por doença.

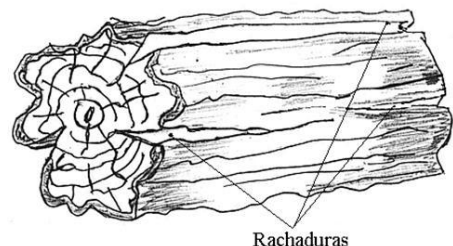
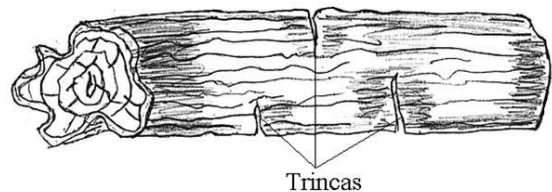
b. nós: madeiras com muitos nós e granulação cruzada deve ser rejeitada, porque são sempre fonte de fraqueza porque a linearidade das fibras que dão resistência à madeira é interrompida

**FIGURA F.A2.104.1. – NÓS**



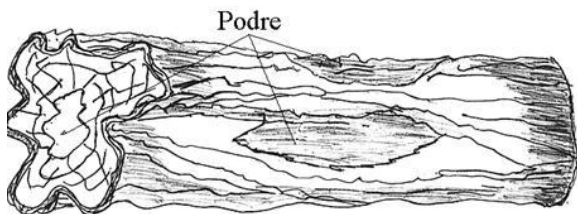
c. rachaduras: a madeira utilizada na construção naval deve estar livre de rachaduras que se irradiam do centro, e de rachaduras que separam as camadas (anéis), bem como seca e livre de seiva, que pode ser identificada como a madeira de cor mais branca mais próxima do cerne, e deve ser secada ao ar livre.

**FIGURA F.A2.104.2 – TRINCAS E RACHADURAS**



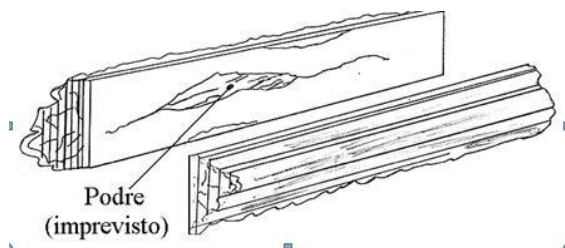
d. podres no centro ou nas laterais

**FIGURA F.A2.104.3 - DETERIORAÇÃO**



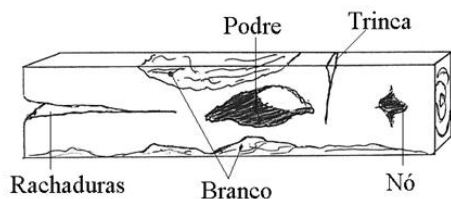
e. casos em que aparentemente o toro está perfeito, no entanto quando se beneficia (serra) este apresenta defeitos internos não identificáveis visualmente

**FIGURA F.A2.104.4 – PODRE IMPREVISTO**



f. a madeira macia apresenta os mesmos defeitos que a rígida, porém com mais frequência.; um tipo de defeito que faz parte da casca do toro – o branco

**FIGURA F.A2.104.5 - PRINCIPAIS DEFEITOS ENCONTRADOS EM MADEIRAS MACIAS**



105. A granulação da madeira deve ser adaptada à forma das peças. Adicionalmente, as peças acabadas devem estar livres dos defeitos acima mencionados, bem como de infestação de insetos.

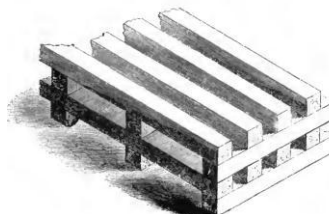
## 200. Armazenagem da madeira

201. A madeira deve ser armazenada em locais livres de variações de temperatura, humidade e vento, pois se exposta a mudanças significativas de temperatura, humidade e vento, inevitavelmente sofrerá deterioração das qualidades que a tornam aplicável à construção naval.

202. A madeira não deve ser armazenada em solo úmido e exposta às variações de tempo.

203. A madeira deve ser estivada em local coberto, em pilhas da mesma dimensão e da mesma espécie, afastada do solo e de forma a que seja ventilada (ver figura F.A2.203.1. abaixo).

**FIGURA F.A2.203.1. – ARMAZENAGEM DA MADEIRA**



## 300. Madeiras Brasileiras e Tabelas

301. As principais madeiras brasileiras utilizadas em construção naval estão listadas na tabela T.A2.301.1. abaixo.

302. Para madeiras que não possuem publicações e dados a respeito, a Classificadora poderá requisitar testes de carga em laboratório especializado.

303. Para referência, utilizar o livro “Fichas das Características das Madeiras Brasileiras”, publicação do IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, divisão de madeiras.

## 400. Secagem e impregnação

401. Os produtos utilizados na impregnação da madeira não devem ser agressivos ou causar efeitos indesejados nas partes de aço ou metálicas ou na cola quando for utilizado o processo de laminação.

402. O estaleiro ou construtor deve informar ao vistoriador ou por escrito ao RBNA quais foram os produtos utilizados na impregnação.

## A3. INSPEÇÕES E TESTES

### 100. Madeira

101. Inspeccionar o local da pré-fabricação e o pátio de construção quanto a limpeza e adequação.

102. A madeira estocada no Estaleiro deve estar armazenada em local adequadamente ventilado.

103. O vistoriador deve coletar amostras das diferentes qualidades de madeira para testes em lotes da mesma madeira com volumes não superiores a 12 m<sup>3</sup> cada lote.

a. As amostras devem estar em conformidade com a Norma NBR 7190: 1997 Anexo B;

b. Os testes devem ser conduzidos com base na Norma NBR 7190: 1997 Anexo B para confirmar a qualidade da madeira

c. Os corpos de prova selecionados para teste devem ter um grau de umidade o mais próximo possível do padrão de 15%.

104. Os testes devem ser realizados na presença do vistoriador em conformidade com a norma NBR 7190, como emendada.

105. A resistência ao embutimento da madeira ( $f_{e,m}$ ), que é o esmagamento na área de contato entre o pino e as peças de madeira, pode ser determinada experimentalmente pelas expressões contidas no item 8.2 da NBR7190:1997.

106. As peças de madeira devem ser apresentadas ao vistoriador do RBNA como segue:

a. madeira para o tabuado, longitudinais, vaus e cavernas, quando entregue no Estaleiro Construtor ou no início da construção, já cortada;

b. as peças principais e cavernas, já serradas, antes de serem montadas, devendo ser inspecionadas todas as faces.

## **200. Aceitação da madeira**

201. A qualidade, resistência e performance do material para os componentes da estrutura primária devem estar de acordo com os planos e requisitos destas Regras.

202. Quando houver defeitos conforme o Subcapítulo A2., deve-se considerar a rejeição do material.

**TABELA T.A2.301.1. – Propriedades das madeiras utilizadas na construção naval no Brasil - Fonte: Fichas Características das Madeiras Brasileiras – IPT**

Nomenclatura	Peso Específico Aparente (15% umidade) g/cm <sup>3</sup>	Dureza Janka	Compressão axial			Flexão			Cisalha lha-mento	Tração Normal às Fibras	Choque Madeira seca ao ar		Fendi-lhamento
			Limite de resistência a compressão 15% um. Kgf/cm <sup>2</sup>	Limite de proporcionalidade verde Kgf/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidade verde (Kgf / cm <sup>2</sup> )	Limite de resistência a flexão 15% um. Kgf/cm <sup>2</sup>	Limite de proporcionalidade verde Kgf/cm <sup>2</sup>	Módulo de Elasticidade verde (Kgf / cm <sup>2</sup> )			Trabalho absorvido (kgf x m)	Coefficiente de Resiliência R	
		Madeira Verde  kgf							Kg / cm <sup>2</sup>	Kg / cm <sup>2</sup>			Madeira verde  Kgf/cm <sup>2</sup>
Amoreira ou Taiúva	0,37	-	222	-	-	476	-	-	-	-	-	-	-
Angelim vermelho	0,81	741	630	358	174500	1480	444	144300	130	79	4,32	0,68	11,1
Cabriúva vermelha ou bál-campo	0,91	800	658	316	149800	1337	461	127000	144	95	4,27	0,67	10,0
Cedro	0,88	682	617	270	125100	1244	382	94100	137	92	2,84	0,57	9,9
Cumarú	0,99	1223	743	333	142600	1396	508	127900	167	101	2,98	0,47	12,7
Garapa ou Grapiapunha	0,59	401	470	285	149200	956	351	113200	85	43	2,80	0,44	5,6
Gruaribu Amarelo	0,96	1027	796	431	202500	1693	606	169800	191	128	6,53	1,05	16,4
Ipê-Peroba ou Peroba de Campos	1,01	1102	845	514	184100	1637	615	156000	157	113	4,33	0,69	11,9
Itaúba Preta	0,96	885	745	406	199000	1632	592	165000	145	100	6,45	1,01	10,2
Louro Preto	0,78	463	656	304	172950	1410	436	135800	103	67	4,10	0,66	8,6
Maçaranduba	1,00	961	739	419	427	1658	586	160583	132	82	3,36	0,52	9,0
Mogno	0,81	636	706	340	193700	1481	489	167100	105	74	3,87	0,60	9,6
Oiti	0,75	254	527	277	163000	941	341	139800	113	75	2,07	0,32	8,7
Pau roxo	0,81	527	513	264	133000	840	364	83100	98	44	1,70	0,21	5,8
Piquiá	0,55	274	422	210	137800	873	256	109300	68	35	1,50	0,24	4,5
Piqui Vinagreiro	0,81	530	610	341	176600	1147	490	139000	121	81	2,57	0,39	9,3
Tatajuba	0,44	232	257	138	75750	497	180	60850	62	43	1,40	0,23	5,0
Vinhático	0,48	217	305	141	106800	581	205	83700	69	46	0,68	0,11	5,8



**TABELA T. A2.301.2. – PROPRIEDADES DAS MADEIRAS UTILIZADAS NA CONSTRUÇÃO NAVAL NO BRASIL**

Nomenclatura	Durabilidade	Permeabilidade
Amoreira ou Taiúva	Alta resistência a organismos xilófagos	Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Angelim vermelho	Alta resistência a organismos xilófagos	Muito baixa permeabilidade a soluções preservantes
Cabriúva vermelha ou bálsamo	Alta resistência ao apodrecimento	Alta permeabilidade a soluções preservantes
Cedro	Resistência moderada ao ataque de organismos xilófagos	Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Cumaru	Alta resistência a fungos apodrecedores e ao ataque de cupins	Impermeável
Garapa ou Grapiapunha	Resistência moderada a fungos apodrecedores e ao ataque de cupins	Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Gruaribu Amarelo	Alta resistência ao apodrecimento	Muito baixa permeabilidade a soluções preservantes
Ipê-Peroba ou Peroba de Campos	Satisfatória	Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Itauba Preta	Resistência muito alta a organismos xilófagos	Muito baixa permeabilidade a soluções preservantes
Louro Preto	Alta resistência a organismos xilófagos	Bastante permeável a soluções preservantes
Maçaranduba	Resistente ao ataque de fungos apodrecedores e cupins subterrâneos. Moderada resistência aos cupins-de-Madeira-seca e baixa resistência aos xilófagos marinhos.	O cerne é impermeável às soluções preservantes hidrossolúveis mesmo em tratamento sob pressão. (IBAMA,1997a)
Mogno ou Aguano	Resistência moderada a fungos apodrecedores e ao ataque de cupins	Pouco permeável a soluções preservantes
Oiti	Alta resistência ao apodrecimento	Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Pau roxo		Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Piquiá	Alta resistência a organismos xilófagos	Baixa permeabilidade a soluções preservantes
Piqui Vinagreiro	Alta resistência a organismos xilófagos	Pouco permeável a soluções preservantes
Tatajuba	Durabilidade superior a 7 anos	Muito baixa permeabilidade a soluções preservantes
Vinhático	Alta resistência a organismos xilófagos	Baixa permeabilidade a soluções preservantes

Fonte: Fichas Características das Madeiras Brasileiras – IPT