

# LBS HARDWOOD EVO

## PARAFUSO DE CABEÇA REDONDA PARA CHAPAS EM MADEIRAS DURAS

### REVESTIMENTO C4 EVO

A classe de resistência à corrosão atmosférica (C4) do revestimento C4 EVO foi testada pelo Research Institutes of Sweden - RISE. Revestimento adequado para utilização em aplicações em madeiras com um nível de acidez (pH) superior a 4, como o abeto, o larício e o pinheiro (ver pág. 314).

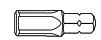
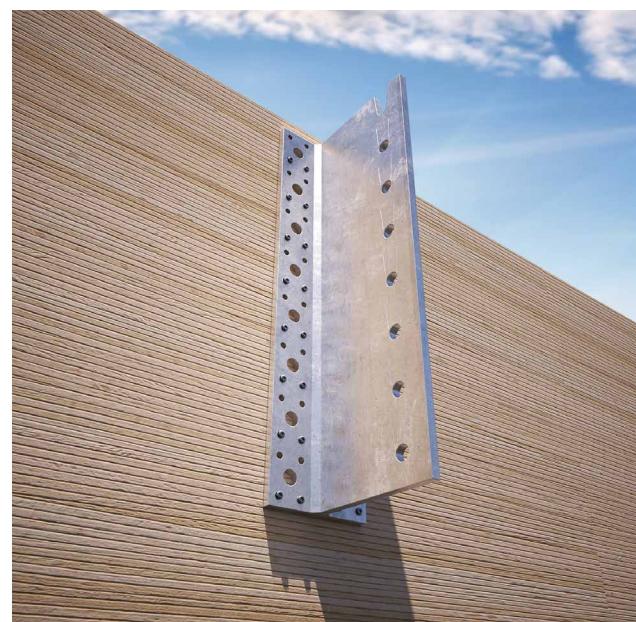
### CERTIFICAÇÃO MADEIRAS DURAS

Ponta especial com elementos fendentes em relevo. A certificação ETA-11/0030 permite a utilização com madeiras de alta densidade inteiramente sem pré-furo.

Homologado para aplicações estruturais solicitadas em qualquer direção em relação à fibra.

### ROBUSTEZ

O diâmetro do núcleo interno do parafuso foi aumentado em relação à versão LBS para garantir o aparafusamento nas madeiras com as densidades mais altas. A sub-cabeça cilíndrica foi concebida para a fixação de elementos mecânicos e para produzir um efeito de encastramento com o furo da chapa que garante um excelente desempenho estático.



BIT INCLUDED

#### DIÂMETRO [mm]

3,5 5 7 12

#### COMPRIMENTO [mm]

25 60 200 200

#### CLASSE DE SERVIÇO

SC1 SC2 SC3

#### CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA

C1 C2 C3 C4

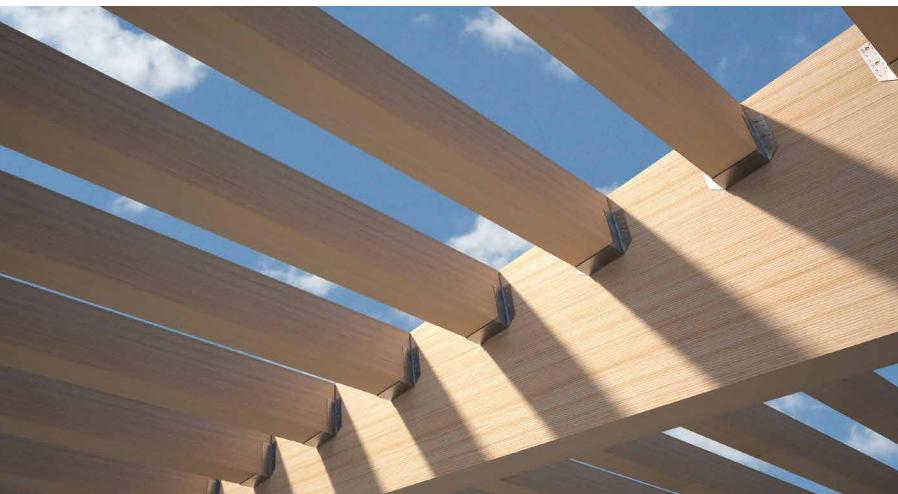
#### CORROSIVIDADE DA MADEIRA

T1 T2 T3

#### MATERIAL

C4  
EVO  
COATING

aço carbónico com revestimento C4 EVO



### CAMPOS DE APLICAÇÃO

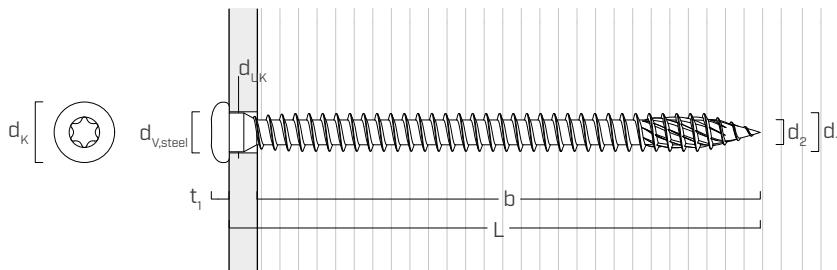
- painéis à base de madeira
- madeira maciça e lamelar
- CLT e LVL
- madeiras de alta densidade
- madeiras tratadas ACQ, CCA

## CÓDIGOS E DIMENSÕES

<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>CÓDIGO</b>	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>pçs</b>
5 TX 20	LBSHEVO580	80	76	200
	LBSHEVO5100	100	96	200
	LBSHEVO5120	120	116	200

<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>CÓDIGO</b>	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>pçs</b>
7 TX 30	LBSHEVO760	60	55	100
	LBSHEVO780	80	75	100
	LBSHEVO7100	100	95	100
	LBSHEVO7120	120	115	100
	LBSHEVO7160	160	155	100
	LBSHEVO7200	200	195	100

## GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS



<b>Diâmetro nominal</b>	<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>5</b>	<b>7</b>
Diâmetro da cabeça	d <sub>K</sub> [mm]	7,80	11,00
Diâmetro do núcleo	d <sub>2</sub> [mm]	3,48	4,85
Diâmetro sub-cabeça	d <sub>UK</sub> [mm]	4,90	7,00
Espessura da cabeça	t <sub>1</sub> [mm]	2,45	3,50
Diâmetro do furo em chapa de aço	d <sub>V,steel</sub> [mm]	5,0÷5,5	7,5÷8,0
Diâmetro do pré-furo <sup>(1)</sup>	d <sub>V,S</sub> [mm]	3,0	4,0
Diâmetro do pré-furo <sup>(2)</sup>	d <sub>V,H</sub> [mm]	3,5	5,0
Resistência característica à tração	f <sub>tens,k</sub> [kN]	11,5	21,5
Momento plástico característico	M <sub>y,k</sub> [Nm]	9,0	21,5

(1) Pré-furo válido para madeira de coníferas (softwood).

(2) Pré-furo válido para madeiras duras (hardwood) e para LVL em madeira de faia.

Os parâmetros mecânicos são obtidos analiticamente e validados por ensaios experimentais (LBS H EVO Ø7).

		<b>madeira de coníferas (softwood)</b>	<b>carvalho, faia (hardwood)</b>	<b>freixo (hardwood)</b>	<b>LVL de faia (beech LVL)</b>
Parâmetro de resistência à extração	f <sub>ax,k</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	11,7	22,0	30,0	42,0
Parâmetro de penetração da cabeça	f <sub>head,k</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	10,5	-	-	-
Densidade associada	ρ <sub>a</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	350	530	530	730
Densidade de cálculo	ρ <sub>k</sub> [kg/m <sup>3</sup> ]	≤ 440	≤ 590	≤ 590	590 ÷ 750

Para aplicações com materiais diferentes, consultar ETA-11/0030.



## ESTRUTURAS HÍBRIDAS AÇO-MADEIRA

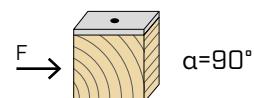
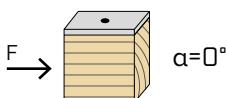
Os parafusos LBSHEVO de Ø7 são particularmente adequados para ligações personalizadas, características das estruturas de aço. Máximo desempenho em madeiras duras combinado com a resistência das chapas de aço.

## CORROSIVIDADE DA MADEIRA T3

Revestimento adequado para utilização em aplicações em madeiras com um nível de acidez (pH) superior a 4, como o abeto, o larício, o pinheiro, o freixo e a bétula (ver pág. 314).

## DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE | AÇO-MADEIRA

parafusos inseridos SEM pré-furo

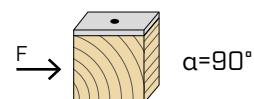


$\rho_k > 420 \text{ kg/m}^3$

$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$15 \cdot d \cdot 0,7$	53
$a_2$ [mm]	$7 \cdot d \cdot 0,7$	25
$a_{3,t}$ [mm]	$20 \cdot d$	100
$a_{3,c}$ [mm]	$15 \cdot d$	75
$a_{4,t}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35

$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$7 \cdot d \cdot 0,7$	25
$a_2$ [mm]	$7 \cdot d \cdot 0,7$	25
$a_{3,t}$ [mm]	$15 \cdot d$	75
$a_{3,c}$ [mm]	$15 \cdot d$	75
$a_{4,t}$ [mm]	$12 \cdot d$	60
$a_{4,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35

parafusos inseridos COM pré-furo

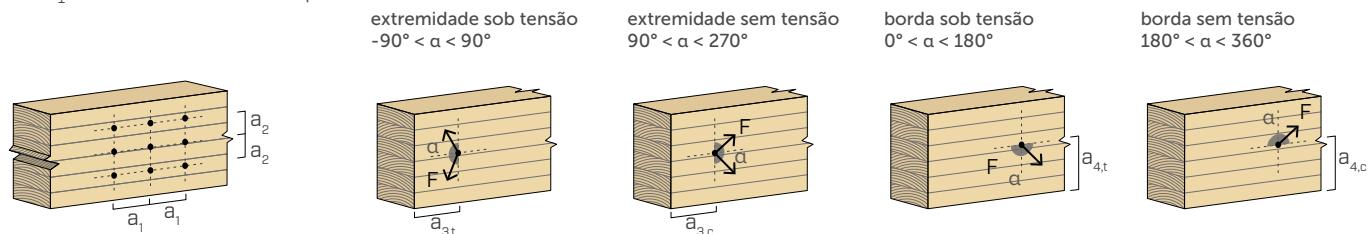


$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$5 \cdot d \cdot 0,7$	18
$a_2$ [mm]	$3 \cdot d \cdot 0,7$	11
$a_{3,t}$ [mm]	$12 \cdot d$	60
$a_{3,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,t}$ [mm]	$3 \cdot d$	15
$a_{4,c}$ [mm]	$3 \cdot d$	15

$d_1$ [mm]	5	7
$a_1$ [mm]	$4 \cdot d \cdot 0,7$	14
$a_2$ [mm]	$4 \cdot d \cdot 0,7$	14
$a_{3,t}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{3,c}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,t}$ [mm]	$7 \cdot d$	35
$a_{4,c}$ [mm]	$3 \cdot d$	15

$\alpha$  = ângulo entre força e fibras

$d = d_1$  = diâmetro nominal do parafuso



### NOTAS

- As distâncias mínimas são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030, considerando-se uma massa volúmica dos elementos de madeira  $420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$ .
- Em caso de ligação madeira-madeira, os espaçamentos mínimos ( $a_1, a_2$ ) devem ser multiplicados por um coeficiente 1,5.

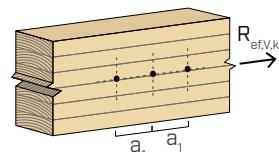
- No caso de ligações com elementos de abeto-de-Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) o espaçamento e distâncias mínimas paralelas à fibra devem ser multiplicadas por um coeficiente 1,5.

## NÚMERO EFETIVO PARA PARAFUSOS SOB TENSÃO DE CORTE

A capacidade de carga de uma ligação efetuada com vários parafusos, todos do mesmo tipo e dimensão, pode ser inferior à soma das capacidades de carga de cada meio de ligação.

Para uma fila de  $n$  parafusos dispostos paralelamente à direção da fibra a uma distância  $a_1$ , a capacidade de carga característica efetiva é de:

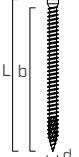
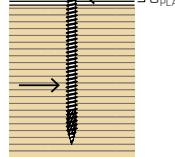
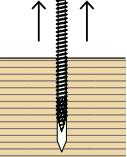
$$R_{ef,V,k} = n_{ef} \cdot R_{V,k}$$



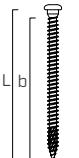
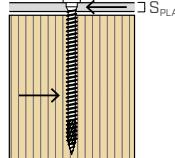
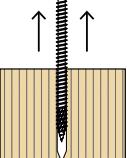
O valor de  $n_{ef}$  é dado na tabela seguinte em função de  $n$  e de  $a_1$ .

	$a_1^{(*)}$										
	4·d	5·d	6·d	7·d	8·d	9·d	10·d	11·d	12·d	13·d	$\geq 14 \cdot d$
2	1,41	1,48	1,55	1,62	1,68	1,74	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
3	1,73	1,86	2,01	2,16	2,28	2,41	2,54	2,65	2,76	2,88	3,00
4	2,00	2,19	2,41	2,64	2,83	3,03	3,25	3,42	3,61	3,80	4,00
5	2,24	2,49	2,77	3,09	3,34	3,62	3,93	4,17	4,43	4,71	5,00

(\*)Para valores Intermediários de  $a_1$  é possível interpolar linearmente.

geometria			CORTE								TRAÇÃO	
			aço-madeira $\varepsilon=90^\circ$								extração da roscagem $\varepsilon=90^\circ$	tração do aço
												
<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>R<sub>V,90,k</sub></b> [kN]								<b>R<sub>ax,90,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>tens,k</sub></b> [kN]
<b>5</b>	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>1,5 mm</b>	<b>2,0 mm</b>	<b>2,5 mm</b>	<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>		-	-
	80	76	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,34	3,32	4,80		
	100	96	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,65	3,64	6,06		11,50
<b>7</b>	120	116	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,97	3,95	7,32		
	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>	<b>8,0 mm</b>	<b>10,0 mm</b>	<b>12,0 mm</b>		-	-
	60	55	2,81	3,02	3,50	3,99	4,37	4,25	4,12	4,86		
	80	75	3,80	3,98	4,43	4,90	5,34	5,29	5,25	6,63		
	100	95	4,75	4,89	5,18	5,50	5,78	5,73	5,69	8,40		
	120	115	5,19	5,35	5,66	5,96	6,22	6,17	6,13	10,16		
<b>7</b>	160	155	5,30	5,56	6,10	6,62	7,10	7,06	7,01	13,70		
	200	195	5,30	5,61	6,24	6,86	7,49	7,49	7,49	17,24		

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

geometria			CORTE								TRAÇÃO	
			aço-madeira $\varepsilon=0^\circ$								extração da roscagem $\varepsilon=0^\circ$	tração do aço
												
<b>d<sub>1</sub></b> [mm]	<b>L</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>R<sub>V,90,k</sub></b> [kN]								<b>R<sub>ax,90,k</sub></b> [kN]	<b>R<sub>tens,k</sub></b> [kN]
<b>5</b>	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>1,5 mm</b>	<b>2,0 mm</b>	<b>2,5 mm</b>	<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>		-	-
	80	76	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,71	1,44		
	100	96	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,81	1,81	1,82		11,50
<b>7</b>	120	116	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,90	2,20		
	<b>S<sub>PLATE</sub></b>		<b>3,0 mm</b>	<b>4,0 mm</b>	<b>5,0 mm</b>	<b>6,0 mm</b>	<b>8,0 mm</b>	<b>10,0 mm</b>	<b>12,0 mm</b>		-	-
	60	55	1,12	1,23	1,48	1,73	1,95	1,92	1,88	1,46		
	80	75	1,52	1,63	1,88	2,14	2,35	2,31	2,27	1,99		
	100	95	1,91	2,04	2,31	2,58	2,81	2,76	2,72	2,52		
	120	115	2,31	2,41	2,64	2,88	3,11	3,10	3,08	3,05		
<b>7</b>	160	155	2,70	2,80	3,00	3,19	3,38	3,36	3,35	4,11		
	200	195	2,97	3,07	3,26	3,46	3,64	3,63	3,61	5,17		

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

NOTAS e PRINCÍPIOS GERAIS na página 249.

geometria			CORTE								TRAÇÃO	
			aço-madeira $\varepsilon=90^\circ$								extração da roscagem $\varepsilon=90^\circ$	tração do aço
$d_1$ [mm]	$L$ [mm]	$b$ [mm]	$R_{v,90,k}$ [kN]								$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [kN]
$S_{PLATE}$			1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm		-	-
5	80	76	4,73	4,73	4,73	4,73	4,73	4,70	4,67	8,61	11,50	
	100	96	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	10,88		
	120	116	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	5,15	13,14		
7	$S_{PLATE}$		3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm	8,0 mm	10,0 mm	12,0 mm	-	21,50	-
	60	55	4,01	4,33	5,07	5,83	6,43	6,22	6,02	8,72		
	80	75	5,42	5,65	6,21	6,80	7,33	7,25	7,17	11,90		
	100	95	6,33	6,60	7,15	7,67	8,12	8,04	7,97	15,07		
	120	115	6,33	6,70	7,45	8,20	8,92	8,84	8,76	18,24		
	160	155	6,33	6,70	7,45	8,20	8,95	8,95	8,95	24,59		
	200	195	6,33	6,70	7,45	8,20	8,95	8,95	8,95	30,93		

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

geometria			CORTE								TRAÇÃO	
			aço-madeira $\varepsilon=0^\circ$								extração da roscagem $\varepsilon=0^\circ$	tração do aço
$d_1$ [mm]	$L$ [mm]	$b$ [mm]	$R_{v,90,k}$ [kN]								$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [kN]
$S_{PLATE}$			1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm		-	-
5	80	76	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,26	2,58	11,50	
	100	96	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,43	3,26		
	120	116	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,61	2,60	3,94		
7	$S_{PLATE}$		3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm	8,0 mm	10,0 mm	12,0 mm	-	21,50	-
	60	55	1,61	1,75	2,08	2,41	2,69	2,63	2,57	2,62		
	80	75	2,17	2,34	2,70	3,06	3,37	3,30	3,23	3,57		
	100	95	2,73	2,88	3,23	3,59	3,92	3,90	3,88	4,52		
	120	115	3,30	3,40	3,65	3,92	4,16	4,14	4,12	5,47		
	160	155	3,85	3,96	4,20	4,43	4,64	4,62	4,59	7,38		
	200	195	4,00	4,17	4,49	4,81	5,11	5,09	5,07	9,28		

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

geometria			CORTE								TRAÇÃO	
			aço-beech LVL								extração da rosagem flat	tração do aço
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	$R_{v,90,k}$ [kN]								$R_{ax,90,k}$ [kN]	$R_{tens,k}$ [kN]
$S_{PLATE}$	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm				-	-
5	80	76	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	15,96	11,50	
	100	96	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	20,16		
	120	116	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	6,22	24,36		
7	$S_{PLATE}$	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm	6,0 mm	8,0 mm	10,0 mm	12,0 mm			-	-
	60	55	7,14	7,44	8,22	9,06	9,79	9,64	9,49	16,17	21,50	
	80	75	8,44	8,85	9,68	10,51	11,26	11,11	10,96	22,05		
	100	95	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	27,93		
	120	115	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	33,81		
	160	155	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	45,57		
	200	195	8,44	8,85	9,68	10,51	11,34	11,93	11,93	57,33		

$\varepsilon$  = ângulo entre parafuso e fibras

## VALORES ESTÁTICOS

### PRINCÍPIOS GERAIS

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014, de acordo com ETA-11/0030.
- Os valores de projeto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

$$R_d = \frac{R_k \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

Os coeficientes  $\gamma_M$  e  $k_{mod}$  devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo.

- A resistência de projeto à tração do conector é a mínima entre a resistência de projeto do lado da madeira ( $R_{ax,d}$ ) e a resistência de projeto do lado do aço ( $R_{tens,d}$ ).

$$R_{ax,d} = \min \left\{ \frac{R_{ax,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}, \frac{R_{tens,k}}{\gamma_{M2}} \right\}$$

- Para os valores de resistência mecânica e para a geometria dos parafusos, fez-se referência ao que consta da ETA-11/0030.
- O dimensionamento e a verificação dos elementos de madeira e das chapas metálicas devem ser feitos à parte.
- As resistências características ao corte são avaliadas para parafusos inseridos sem pré-furo.
- O posicionamento dos parafusos deve ser efetuado dentro das distâncias mínimas.
- As resistências características à extração da rosca foram avaliadas considerando um comprimento de cravação de b.
- As resistências características de corte para parafusos LBSH EVO Ø5 são avaliadas para chapas com espessura =  $S_{PLATE}$ , considerando sempre o caso de chapa grossa de acordo a ETA-11/0030 ( $S_{PLATE} \geq 1,5$  mm).
- As resistências características ao corte para parafusos LBSH EVO Ø7 são avaliadas para chapas com espessura =  $S_{PLATE}$  considerando o caso de chapa fina ( $S_{PLATE} \leq 3,5$  mm), intermédia ( $3,5 \text{ mm} < S_{PLATE} < 7,0$  mm) ou espessa ( $S_{PLATE} \geq 7$  mm).
- Em caso de tensão combinada de corte e tração, deve-se satisfazer a seguinte verificação:

$$\left( \frac{F_{v,d}}{R_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \right)^2 \leq 1$$

- No caso de ligações aço-madeira com chapa espessa, é necessário avaliar os efeitos associados à deformação da madeira e instalar os conectores de acordo com as instruções de montagem.
- Os valores tabelados são avaliados considerando parâmetros de resistência mecânica dos parafusos LBS H EVO Ø7 obtidos analiticamente e validados por ensaios experimentais.

### NOTAS | MADEIRA

- As resistências características ao corte madeira-madeira foram avaliadas considerando um ângulo  $\varepsilon$  de 90° ( $R_{v,90,k}$ ) e 0° ( $R_{v,0,k}$ ) entre as fibras do segundo elemento e o conector.
- No caso de parafusos inseridos com pré-furo, podem ser obtidos valores de resistência mais elevados.
- As resistências características à extração da rosca foram avaliadas considerando tanto um ângulo  $\varepsilon$  de 90° ( $R_{ax,90,k}$ ) como de 0° ( $R_{ax,0,k}$ ) entre as fibras e o conector.
- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira equivalente a  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .

Para valores de  $\rho_k$  diferentes, as resistências tabeladas (corte madeira-madeira, corte aço-madeira e tração) podem ser convertidas através do coeficiente  $k_{dens}$  (ver página 243).

### NOTAS | HARDWOOD

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de madeira em hardwood (carvalho) equivalente a  $\rho_k = 550 \text{ kg/m}^3$ .

### NOTAS | BEECH LVL

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de LVL em madeira de faia equivalente a  $\rho_k = 730 \text{ kg/m}^3$ .
- Na fase de cálculo foram considerados, para os elementos de madeira individuais, um ângulo de 90° entre o conector e a fibra, um ângulo de 90° entre o conector e a face lateral do elemento em LVL e um ângulo de 0° entre a força e a fibra.