



VIDEO



CALCULATION  
TOOL



PATENTED



ETA-24/0058

CLASSE DE SERVIÇO

SC1

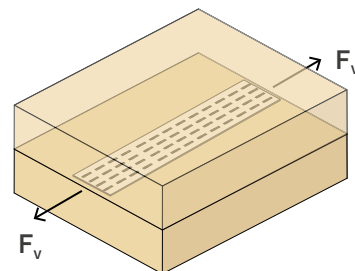
SC2

MATERIAL

**410**  
AISI

aço inoxidável martensítico  
AISI 410

FORÇAS



### TECNOLOGIA REVOLUCIONÁRIA

As chapas apresentam uma série de pequenos ganchos espalhados por ambas as superfícies. A ligação é efetuada inserindo mecanicamente os ganchos na madeira.

### COLAGEM A SECO

Ideal para a transmissão de forças de corte de forma difusa entre dois componentes de madeira. A elevada rigidez do sistema coloca-o como uma solução intermédia entre uma colagem e uma ligação com conectores de haste cilíndrica.

### PARAFUSOS TBS MAX

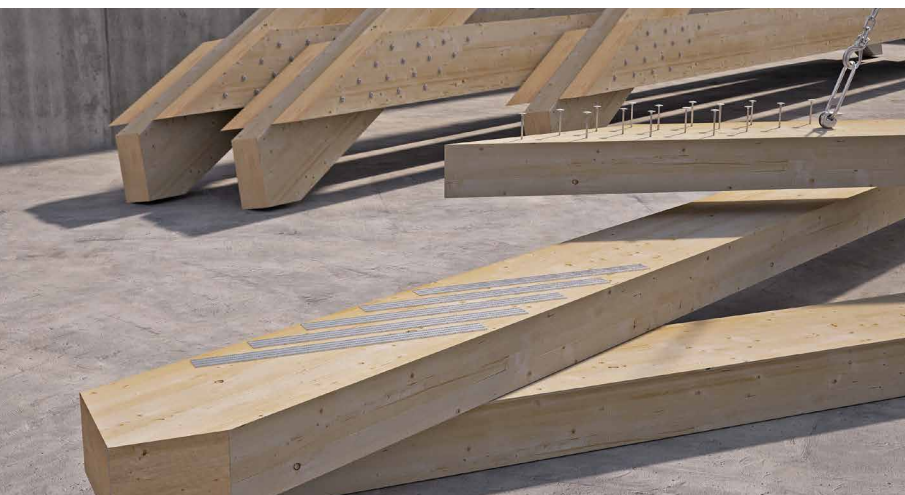
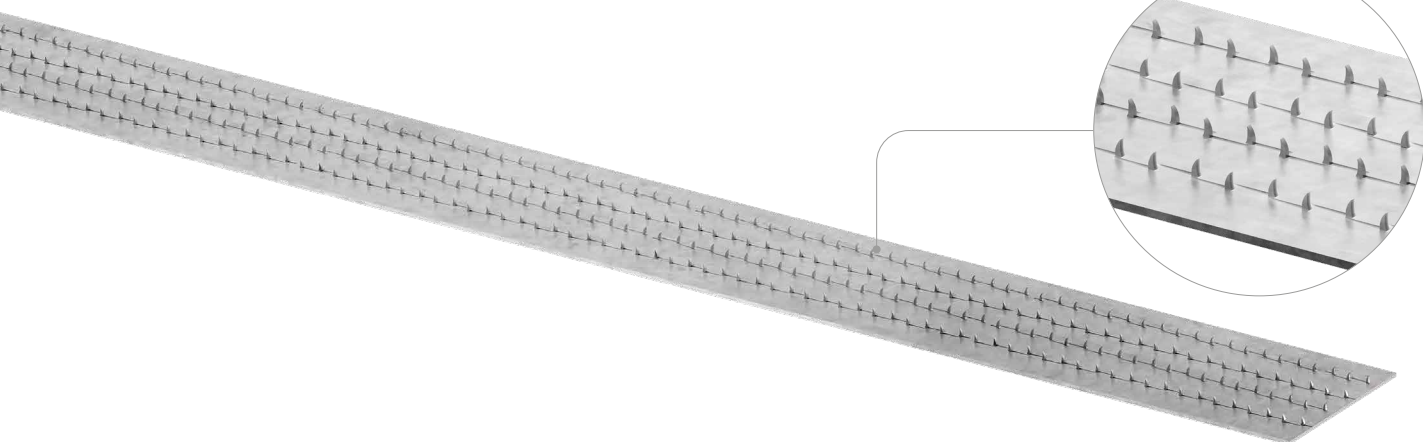
A penetração dos ganchos na madeira pode ser conseguida através da compressão gerada pelos parafusos de cabeça larga TBS MAX. Para aplicações industrializadas, pode ser utilizada uma prensa mecânica ou de vácuo.

### CERTIFICADA

A nova tecnologia é certificada de acordo com a ETA-24/0058 como garantia da fiabilidade da investigação e dos testes efetuados.

### VÍDEO

Digitalize o QR Code e assista ao vídeo no nosso canal YouTube

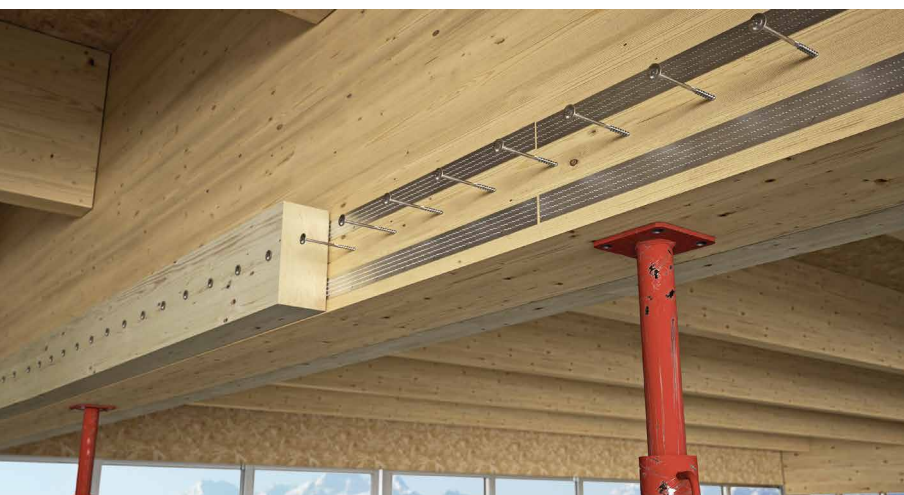


### CAMPOS DE APLICAÇÃO

Ligações madeira-madeira resistentes ao corte com elevada rigidez. Pode ser utilizada como uma ligação adicional para limitar o deslizamento da ligação ao estado limite de utilização.

Aplicar em:

- madeira maciça ou lamelar
- painéis CLT ou LVL SOFTWOOD



## LAJES NERVURADAS SEM COLA

Graças à tecnologia de gancho, é ideal para a produção de lajes nervuradas ou de caixotão sem a utilização de colas, adesivos e prensas. Elimina os tempos de espera para o endurecimento da cola. Possibilidade de transportar as lajes desmontadas para o estaleiro.

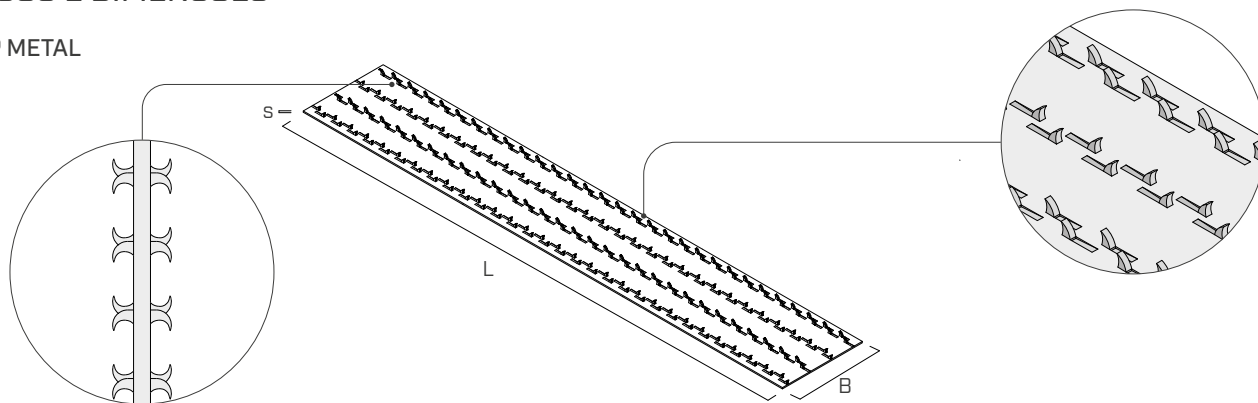
## REFORÇO ESTRUTURAL


Ideal para o reforço estrutural de vigas através da colagem a seco de elementos de madeira adicionais.



## CÓDIGOS E DIMENSÕES

### SHARP METAL



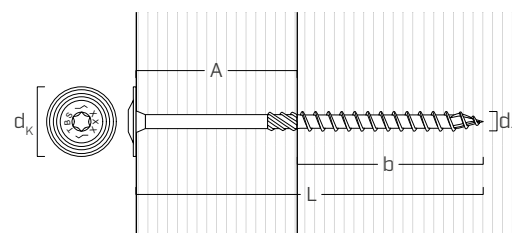
CÓDIGO	B [mm]	L [mm]	s [mm]		pçs
SHARP501200	50	1200	0,75	●	10

## FIXAÇÕES

### TBS MAX - parafuso de cabeça larga XL

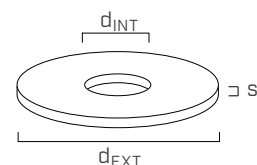
d <sub>1</sub> [mm]	d <sub>k</sub> [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	A [mm]	pçs
8 TX 40	24,5	TBSMAX8120	120	100	20	50
		TBSMAX8160	160	120	40	50
		TBSMAX8180	180	120	60	50
		TBSMAX8200	200	120	80	50
		TBSMAX8220	220	120	100	50
		TBSMAX8240	240	120	120	50
		TBSMAX8280	280	120	160	50
		TBSMAX8320	320	120	200	50
		TBSMAX8360	360	120	240	50
		TBSMAX8400	400	120	280	50

Para mais detalhes, consultar o catálogo "PARAFUSOS PARA MADEIRA E LIGAÇÕES PARA TERRAÇOS".



### ANILHA

CÓDIGO	barra	d <sub>INT</sub> [mm]	d <sub>EXT</sub> [mm]	s [mm]	pçs
ULS13373	M12	13,0	37,0	3,0	100



## PRODUTOS RELACIONADOS

### TUCAN - tesoura para cortes passantes longos e retos



CÓDIGO	comprimento [mm]	pçs
TUC350	350	1



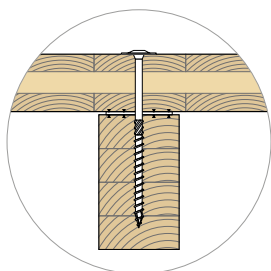
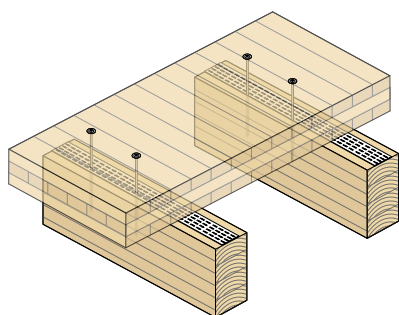
## CAMPOS DE APLICAÇÃO

O sistema de ligação a seco SHARP METAL pode ser utilizado tanto em novas construções como na adequação estrutural e reforço.

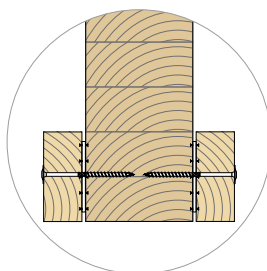
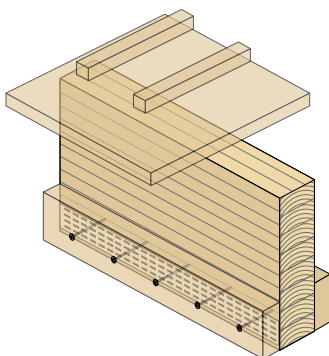
Devido à elevada rigidez e à ausência de tolerâncias de construção, o acoplamento de secções adicionais é imediatamente ativo e permite a construção de secções compostas sem operações de preparação complicadas (A), ou, operando nos lados de vigas existentes, é possível utilizar sistemas de fecho com grampos mecânicos e garantir uma elevada rapidez de intervenção (B).

Outro domínio de aplicação é a redução dos deslizamentos a baixos níveis de força, para reduzir o efeito dos deslizamentos em vácuo de ligações com parafusos e cavilhas (C). Este aspeto, para estruturas reticuladas de grande vão, pode ser uma grande vantagem na redução dos deslocamentos.

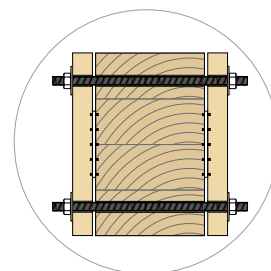
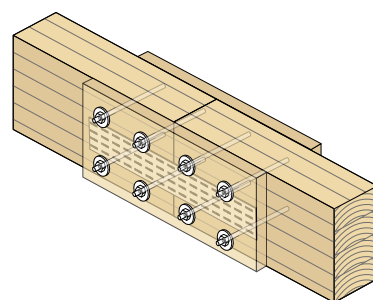
(A) SECÇÕES COMPOSTAS



(B) REFORÇO ESTRUTURAL



(C) ENRIJECIMENTOS LOCAIS DAS JUNTAS

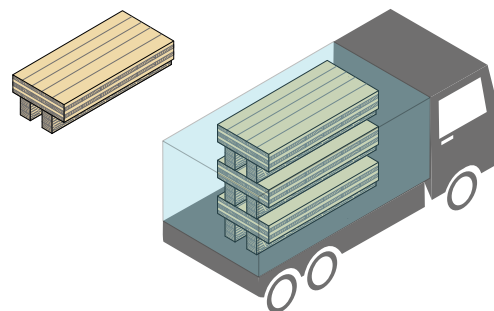


## PRODUÇÃO E TRANSPORTE

### MONTAGEM NA FÁBRICA

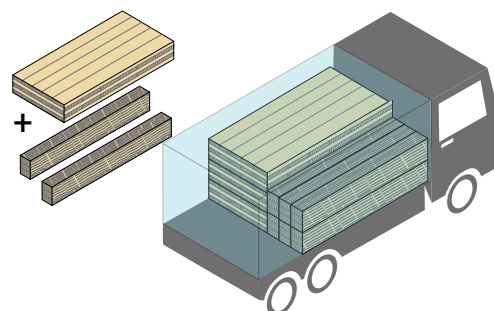
A eficácia das chapas SHARP METAL pode ser maximizada se os componentes forem ligados numa instalação equipada com sistemas de prensagem ou similares, por exemplo, para pré-fabricação em série. Isto reduz o tempo de montagem, uma vez que não é necessário esperar que as colas ou as resinas endureçam.

Neste caso, deve ser inserido um número mínimo de parafusos para manter o contacto dos elementos para forças de tração ortogonais à chapa.



### MONTAGEM NA OBRA

Se os componentes forem montados na obra, a pressão para assegurar a penetração dos ganchos pode ser conseguida com os parafusos TBS MAX. Com esta metodologia, é possível reduzir substancialmente os custos de transporte dos elementos compostos em "T" e aproveitar o potencial de montagem de componentes fornecidos por diferentes fabricantes (por exemplo, CLT e madeira lamelada). Graças ao desempenho dos parafusos e à espessura reduzida da chapa SHARP, não é necessário efetuar pré-furos nas chapas SHARP METAL e o corte à medida pode ser facilmente efetuado com uma tesoura TUCAN.

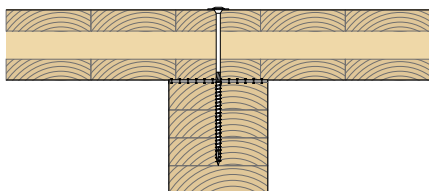


## MONTAGEM

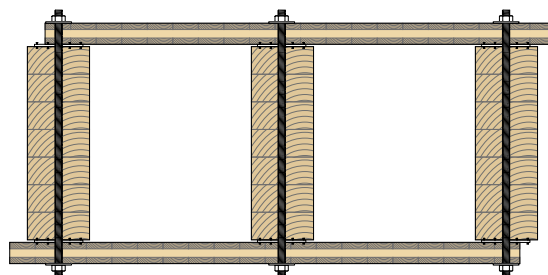
A ligação com a SHARP METAL, para assegurar a inserção correta dos ganchos, requer uma pressão mínima de aplicação de 1,15 MPa, considerando uma densidade média de 480 kg/m<sup>3</sup>.

Este valor de pressão pode ser aplicado utilizando diferentes tecnologias, consoante as necessidades específicos e a produção. Podem ser identificados dois tipos predominantes: a fixação com prensas ou através de conectores de haste cilíndrica, como parafusos de cabeça cilíndrica ou hastes roscadas.

fixação com parafusos

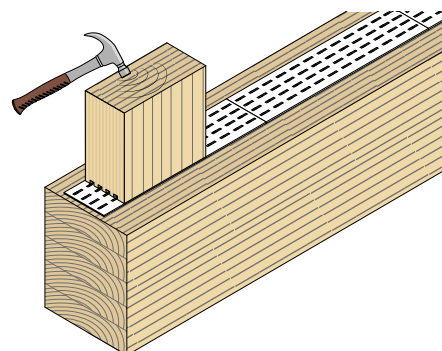
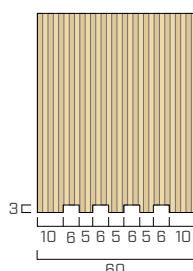


fixação com barras roscadas ou parafusos



### PRÉ-INSTALAÇÃO NO PRIMEIRO COMPONENTE

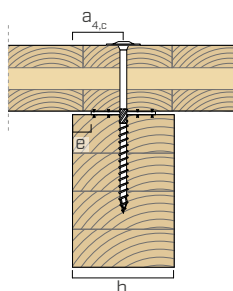
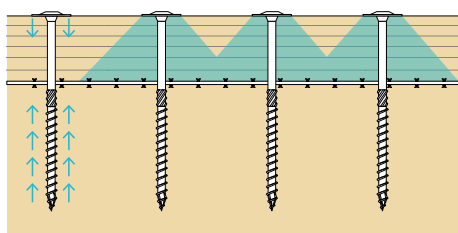
Para facilitar a instalação, pode ser utilizado num dos lados da ligação um gabarito de fixação de pente realizado a partir de um elemento de madeira dura fresada, como mostrado na figura. Utilizando um martelo, é possível penetrar nos dentes das tiras SHARP METAL sem os danificar.



### MONTAGEM DO SEGUNDO COMPONENTE

A força necessária para fechar a junta pode ser aplicada através de parafusos de cabeça larga. Para obter este resultado é necessário que a parte roscada do parafuso caia inteiramente num dos dois elementos ligados. A eficiência dos parafusos é influenciada pela rigidez dos componentes ligados. Os entre-eixos médios sugeridos na tabela resultam de aplicações práticas no estaleiro.

Graças à espessura muito reduzida das chapas, podem ser utilizadas configurações "descontínuas", ou seja, com partes de chapa em intervalos, para otimizar a eficácia do sistema. Se for necessário aumentar a capacidade dos parafusos utilizados para fechar a junta, podem ser utilizadas anilhas adicionais ULS13373 para ampliar a área de difusão das forças e aumentar a resistência à penetração da cabeça do parafuso.



### ENTRE-EIXOS SUGERIDOS

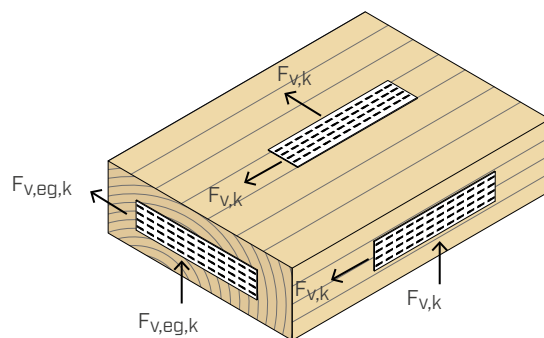
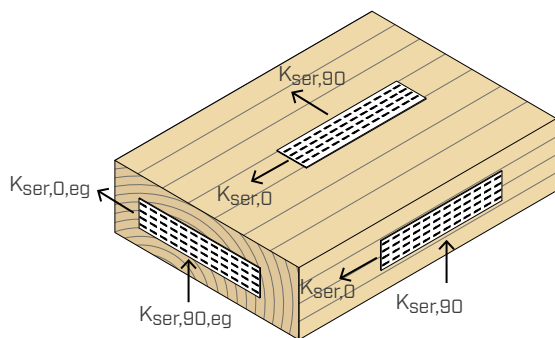
fixação	entre-eixo médio
TBS	$8 \cdot d / 10 \cdot d = 64/80$ mm
TBS MAX	$15 \cdot d / 20 \cdot d = 120/160$ mm
TBS MAX + ULS13373	$20 \cdot d / 25 \cdot d = 160/200$ mm

### DISTÂNCIAS MÍNIMAS

fixação	descrição	a <sub>4,c</sub>	[mm]	5 · d
TBS/TBS MAX	distância mínima da borda de descarga	a <sub>4,c</sub>	[mm]	5 · d
SHARP METAL	distância mínima da borda em relação ao exterior da chapa	e	[mm]	b < 150 25 b > 150 b/6

com d diâmetro do parafuso, b largura do elemento de madeira.

A utilização do SHARP METAL em combinação com parafusos permite uma instalação prática e segura. A chapa enganchada proporciona um confinamento considerável à madeira, aumentando a sua resistência contra ruturas por splitting em cargas paralelas à fibra, que atuam sobre os parafusos.



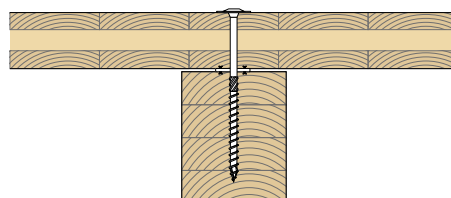
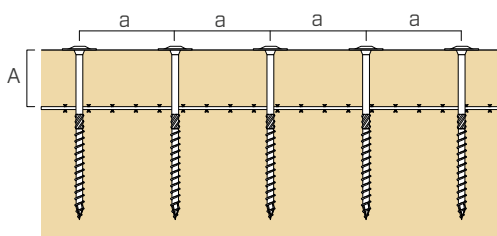
#### Valores de resistência característica - fibra lateral

entre-eixo parafusos TBS/TBS-MAX	MADEIRA MACIÇA, LAMELADA E CLT		
	$F_{v,k}$ [MPa]	$k_{ser,0}$ [N/mm <sup>3</sup> ]	$k_{ser,90}$ [N/mm <sup>3</sup> ]
$a \leq 100\text{mm}$	1,72	3,05	1,01
$\leq 175\text{mm}$	1,02	2,47	0,87
sem parafusos <sup>(*)</sup>	0,81	1,76	0,72

<sup>(\*)</sup> No entanto, devem ser inseridos parafusos mínimos para garantir a manutenção do contacto, sendo o espaçamento mínimo de 250 mm.

#### Valores de resistência característica - fibra da cabeça

entre-eixo parafusos TBS/TBSMAX	MADEIRA MACIÇA E LAMELAR			CLT		
	$F_{v,eg,k}$ [MPa]	$k_{ser,0,eg}$ [N/mm <sup>3</sup> ]	$k_{ser,90,eg}$ [N/mm <sup>3</sup> ]	$F_{v,eg,k}$ [MPa]	$k_{ser,0,eg}$ [N/mm <sup>3</sup> ]	$k_{ser,90,eg}$ [N/mm <sup>3</sup> ]
$\leq 175\text{mm}$	0,86	1,40	0,85	1,11	1,40	0,85



#### PRINCÍPIOS GERAIS

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995-1-1, de acordo com ETA-24/0058.
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira devem ser feitas separadamente.
- Para reduzir as distorções associadas às variações higrométricas, pode ser utilizado um posicionamento dos parafusos escalonados ao longo do eixo do SHARP METAL.
- A espessura mínima do elemento a ligar (A) é de 60 mm. O comprimento do parafuso deve permitir que a parte roscada penetre completamente no segundo elemento ligado.
- No caso de utilização de SHARP METAL em materiais à base de madeira com uma densidade média  $\rho_m > 480 \text{ kg/m}^3$ , recomenda-se um cuidado especial ao verificar a penetração correta dos ganchos.
- As resistências de projeto são obtidas a partir dos valores característicos, desta forma:

$$F_{v,Rk} = \begin{cases} B \cdot l_{eff} \cdot F_{v,k} \cdot k_{dens} & \text{para aplicações em fibras laterais} \\ B \cdot l_{eff} \cdot F_{v,eg,k} \cdot k_{dens} & \text{para aplicações em fibras terminais} \end{cases}$$

em que B representa a largura das tiras utilizadas. As resistências são obtidas experimentalmente em amostras de madeira com uma densidade de  $385 \text{ kg/m}^3$ .

Se forem utilizadas madeiras com densidades características diferentes, o valor da resistência deve ser multiplicado por:

$$K_{dens} = \left( \frac{\rho_k}{385} \right)^{0.5}$$

O comprimento efetivo a considerar no cálculo das ligações é igual a:

$$l_{eff} = \min(0,9; l - 10 \text{ mm})$$

em que l representa o comprimento das tiras utilizadas.

- As rigidezes de projeto são obtidas a partir dos valores indicados na tabela, da seguinte forma:

$$k_{v,ser} = \begin{cases} B \cdot l_{eff} \cdot k_{ser,a} & \text{para aplicações em fibras laterais} \\ B \cdot l_{eff} \cdot k_{ser,eg,a} & \text{para aplicações em fibras terminais} \end{cases}$$

#### PROPRIEDADE INTELECTUAL

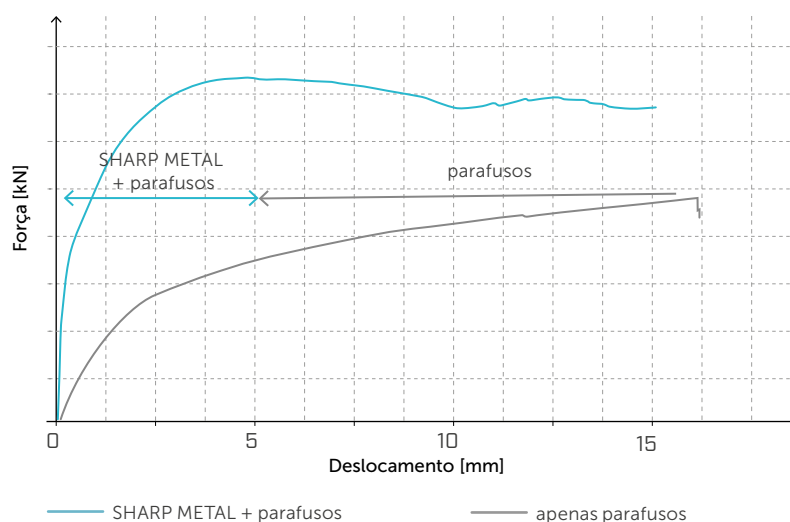
- SHARP METAL está protegido pela seguinte patente: IT10202000025540.
- SHARP METAL é desenvolvido pela Rothoblaas com base numa tecnologia da Nucap Industries Inc.

## COMPORTAMENTO MECÂNICO

As ligações madeira-madeira efetuadas com SHARP METAL e parafusos permitem um comportamento estrutural intermédio entre as ligações com meios de união de haste cilíndrica e a colagem.

Este comportamento peculiar garante a redução de deslocamentos devido a tolerâncias de montagem e, ao mesmo tempo, permite uma boa ductilidade para grandes deslocamentos em condições limite.

Estas propriedades podem ser moduladas eficazmente através de uma conceção cuidadosa das condições do estado limite de utilização (SLS) e do estado limite último (SLU).



O estudo do sistema deve considerar, no caso de análises avançadas, diferentes campos de utilização em termos de deslocamento. O desempenho das chapas SHARP METAL a baixos níveis de deslocamento permite uma elevada resistência e rigidez. Estas características tornam-no uma boa solução para acoplar elementos em secções compostas onde se pretende garantir uma eficiência de ligação muito elevada.

Na gama de deslocamentos elevados, os parafusos garantem um comportamento pós-elástico satisfatório graças à sua elevada ductilidade e resistência.

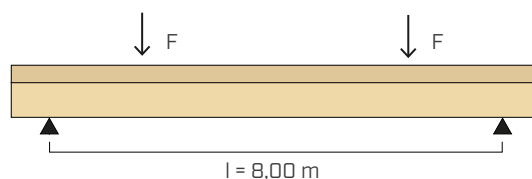
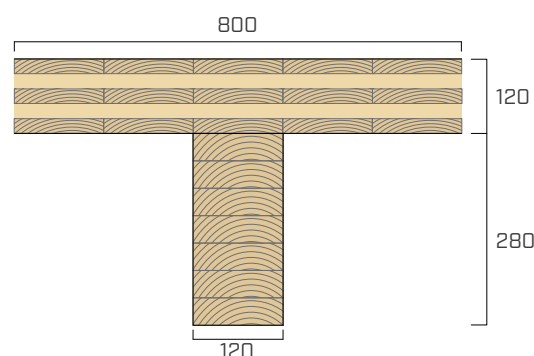


## EXPERIMENTAÇÃO

A utilização da ligação de corte SHARP METAL mostrou vantagens durante os testes experimentais comparativos realizados em amostras à escala real em condições de utilização real, tanto em termos de dimensão como de instalação.

Os testes em secções compostas, em que normalmente é necessária uma elevada rigidez da ligação entre os elementos, revelaram um ganho significativo em termos de redução de deslocamentos e deformações. A comparação dos resultados em termos de rigidez é apresentada na tabela.

### ESTUDO DE CASO: COMPARAÇÃO COM LIGAÇÃO COLADA



#### DADOS

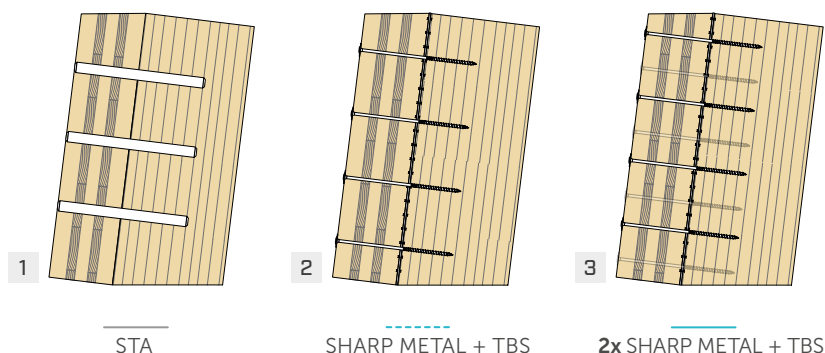
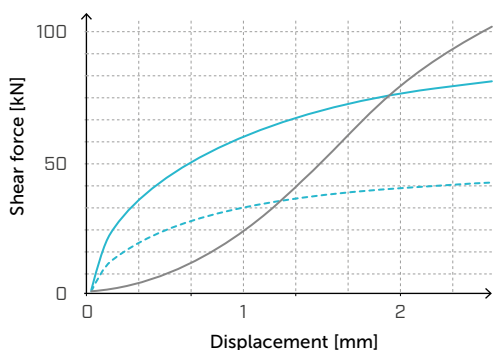
comprimento da viga	8 m
espessura do painel CLT	120 mm (5 camadas)
viga	GL24h 120 x 280 mm

descrição	sistema de ligação	rigidez à flexão $E_{I,ef}$	seta $v$
teste de referência – apenas parafusos	TBS Ø8x220 mm, $a = 100 \text{ mm}$	100%	100%
ligação com parafusos e SHARP METAL	SHARP METAL TBS Ø8x220 mm, $a = 100 \text{ mm}$	204%	49%
ligação rígida	colagem com XEPOX	239%	42%

## ESTUDO DE CASO: COMPARAÇÃO COM CONECTORES DE HASTE CILÍNDRICA

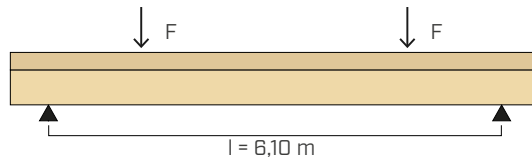
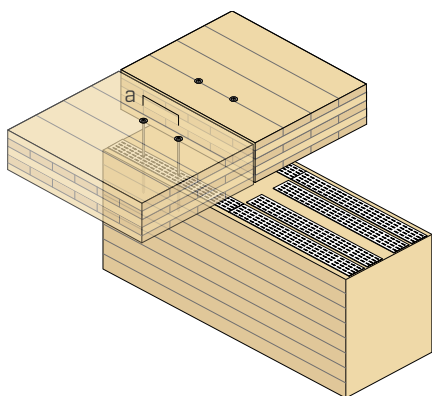
Utilizando conectores com grandes diâmetros, devem ser utilizados frequentemente entre-eixos extremamente reduzidos e tolerâncias mínimas para garantir uma eficiência de ligação suficiente. As chapas SHARP METAL garantem um excelente desempenho com pequenos deslocamentos, pequenos diâmetros e conectores autoperfurantes. Seguem-se os resultados dos testes efetuados em amostras de corte e à escala real.

### TESTES DE CORTE



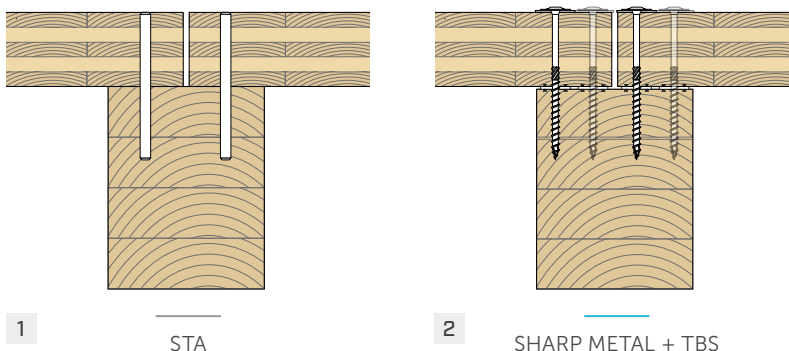
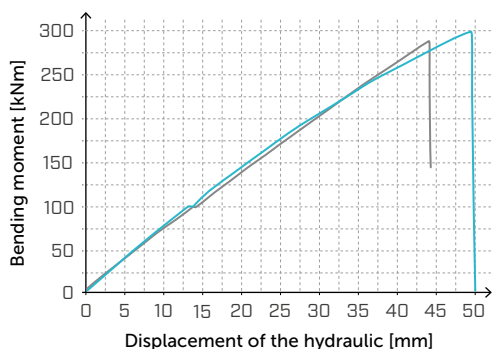
descrição	sistema de ligação	rigidez $E_{I,ef}$
1 cavilhas STA	6 - STA Ø20x300 mm	100%
2 SHARP METAL + parafusos TBS	SHARP METAL (1 tira l=500 mm) 4 - TBS Ø8x260 mm	75%
3 SHARP METAL + parafusos TBS	SHARP METAL (2 tiras l=500 mm) 8 - TBS Ø8x260 mm	144%

### TESTES DE FLEXÃO



#### DADOS

comprimento da viga	6,10 m
espessura do painel CLT	140 mm (5 camadas)
viga	GL28h 240 x 400 mm



descrição	sistema de ligação	rigidez à flexão $E_{I,ef}$	seta $v$
1 cavilhas STA	cavilhas STA Ø20x300 (a = 120 mm/240 mm)	100%	100%
2 SHARP METAL + parafusos TBS	SHARP METAL (4 tiras/2 tiras) TBS Ø8x260 mm, s=150 mm	102%	97%