

Smartbook

APARAFUSAMENTO


rothoblaas

Solutions for Building Technology

TEORIA

da pág. **5**

O parafuso certo de acordo com o contexto

Para garantir a vida útil esperada das ligações e assegurar uma resistência e durabilidade adequadas, a escolha do parafuso deve ter em conta a sua **resistência à corrosão**, a incidência das **deformações da madeira** na sua resistência mecânica, o seu comportamento em **condições de incêndio** e o **suporte** em que é instalado.

CORROSÃO

da pág. **6**

RETRAÇÃO e DILATAÇÃO

da pág. **24**

FOGO

da pág. **32**

APLICAÇÕES e CONECTORES

da pág. **46**

MATERIAIS

da pág. **55**



PRÁTICA

da pág. **57**

Como instalar corretamente?

Após a escolha do parafuso, é necessário **instalá-lo corretamente**, de acordo com o tipo de ligação em que será utilizado, tendo em conta os **materiais presentes** e utilizando **equipamento adequado** para o tipo de aplicação.

DISTÂNCIAS MÍNIMAS e PRÉ-FURO

da pág. **58**

MOMENTO DE INTRODUÇÃO

da pág. **60**

MADEIRA-MADEIRA

da pág. **62**

METAL-MADEIRA

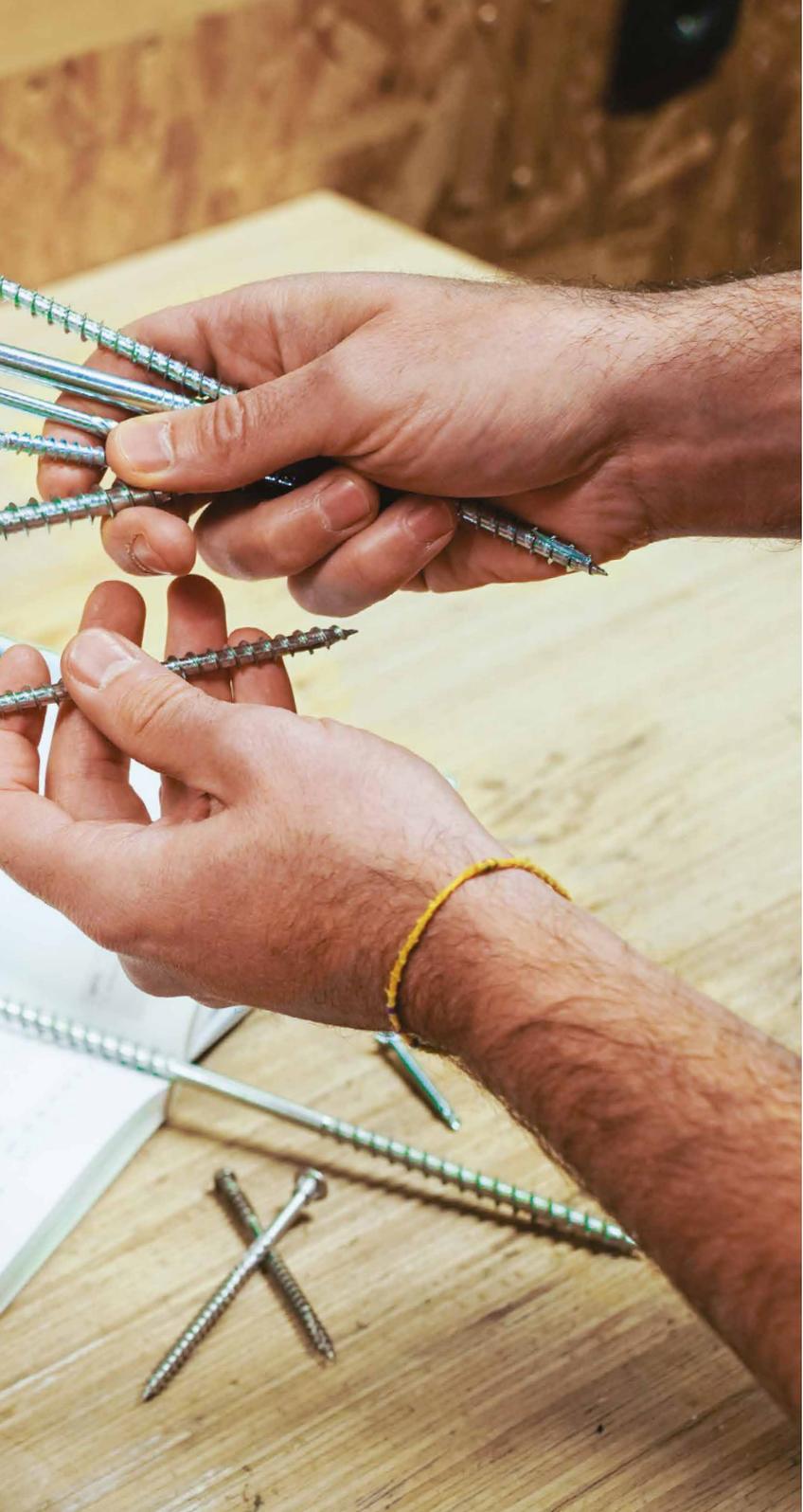
da pág. **63**

APARAFUSADORES

da pág. **70**

O parafuso certo
de acordo
com o contexto





TEORIA

CORROSÃO

CLASSES DE CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA

FATORES DE INFLUÊNCIA

A corrosão causada pela atmosfera depende da humidade relativa, da poluição atmosférica, do teor de cloretos e se a ligação é interna, externa protegida ou externa. A exposição é descrita pela categoria C_E que se baseia na categoria C, tal como definida na norma EN ISO 9223. A corrosividade atmosférica afeta apenas a parte exposta do conector.



presença de cloretos



poluição

CLASSES DE SERVIÇO

FATORES DE INFLUÊNCIA

As classes de serviço estão relacionadas com as condições termo-higrométricas do ambiente em que um elemento estrutural de madeira está inserido. Ligam a temperatura e humidade do ambiente circundante com o teor de água dentro do material.



exposição



nível de humidade

CLASSES DE CORROSIVIDADE DA MADEIRA

FATORES DE INFLUÊNCIA

A corrosão causada pela madeira depende da espécie lenhosa, do tratamento da madeira e do teor de humidade. A exposição é definida pela categoria T_E , tal como indicado.

A corrosividade da madeira afeta apenas a parte do conector inserida no elemento de madeira.



pH da madeira



humidade da madeira



CLASSES DE SERVIÇO - SC

[Definidas de acordo com a nova geração do Eurocódigo 5 (prEN 1995-1-1)⁽⁶⁾]



HUMIDADE ATMOSFÉRICA E HUMIDADE DA MADEIRA

Média anual⁽²⁾

humidade atmosférica relativa do ar circundante



50%

75%

85%

⁽³⁾

humidade da madeira correspondente⁽⁴⁾⁽⁵⁾



(10%)

(16%)

(18%)

saturado

Máximo⁽¹⁾

humidade atmosférica relativa do ar circundante



65%

85%

95%

⁽³⁾

humidade da madeira correspondente⁽⁴⁾⁽⁵⁾



(12%)

(20%)

(24%)

saturado

⁽¹⁾ O limite superior de humidade relativa não deve ser ultrapassado durante mais do que algumas semanas consecutivas por ano.

⁽²⁾ A humidade relativa média anual durante um período de dez anos é utilizada para atribuir elementos de madeira às categorias de corrosividade para elementos de haste cilíndrica de aço.

⁽³⁾ O teor de humidade dos elementos em SC4 (na sua maioria completamente saturados) é influenciado pelo elemento circundante (por exemplo, solo ou água).

⁽⁴⁾ O teor de humidade pode não se aplicar a LVL ou aos produtos em painéis à base de madeira.

⁽⁵⁾ Humidade representativa correspondente de SWB (Solid Wood Based - elementos à base de madeira maciça).

⁽⁶⁾ prEN 1995-1-1 (n.d.) Basis of design and materials - Final draft (22.01.2021) - Project team SC5.T3 & SC5/WG10, CEN.

CLASSES DE CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA - C

[Definidas de acordo com a EN 14592:2022 com base na EN ISO 9223]

C1

C2

AMBIENTE



HUMIDADE



condensação rara



condensação rara

EXPOSIÇÃO AOS
CLORETOS

taxa de deposição de cloreto
[mg/m²d]

> 10 km
da costa

≤ 3



EXPOSIÇÃO AOS
AGENTES POLUENTES

nível de poluição
teor de dióxido de enxofre
[μg/m³]

muito baixa

cerca de 0

baixa

< 5



desertos, ártico central/antártica



zonas rurais pouco poluídas, pequenas cidades

C3



C4



C5



condensação ocasional



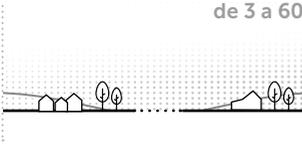
condensação frequente



condensação permanente

de 10 a 3 km
da costa

de 3 a 60



de 3 a 0,25 km
da costa

de 60 a 300



< 0,25 km
da costa

de 300 a 1500

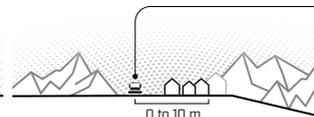


de 10 a 100 m

da estrada com sais anticongelantes



de 0 a 10 m



média

de 5 a 30



zonas urbanas e industriais com
poluição média

alta

de 30 a 90



zona urbana e industrial altamente
poluída

muito alta

de 90 a 250



ambiente com poluição industrial
muito elevada

CLASSES DE CORROSIVIDADE DA MADEIRA - T

[Definidas de acordo com a EN 14592:2022]

T1

T2

VALOR pH ESPÉCIES LENHOSAS

A madeira contém um éster de ácido acético que atua como agente corrosivo de vários metais em contacto com a madeira. A presença de ácido acético determina o pH da espécie lenhosa



qualquer



qualquer

TRATAMENTO DA MADEIRA

O tratamento da madeira inclui o tratamento com cloretos, cobre e retardadores de chamas.

No caso da madeira tratada termicamente, o nível de pH é crucial



madeira não tratada e tratada



madeira não tratada e tratada

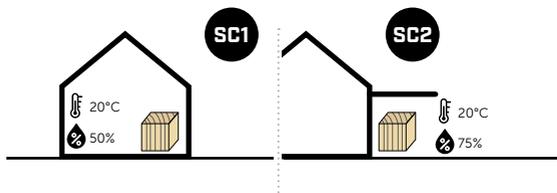
TEOR DE HUMIDADE

Cada categoria de exposição da madeira corresponde, para a madeira maciça, ao teor médio anual de humidade na classe de serviço indicada (como definido na pág. 7)



CLASSE DE SERVIÇO

Do ambiente em que o elemento de madeira está inserido



T3



pH > 4
madeiras "standard"
baixa acidez

T4



pH ≤ 4
madeiras "agressivas"
acidez alta

T5



qualquer



apenas madeira
não tratada



madeira não tratada
e tratada



madeira não tratada
e tratada

16% <  ≤ 20%

 > 20%

SC3



20°C
85%

SC4

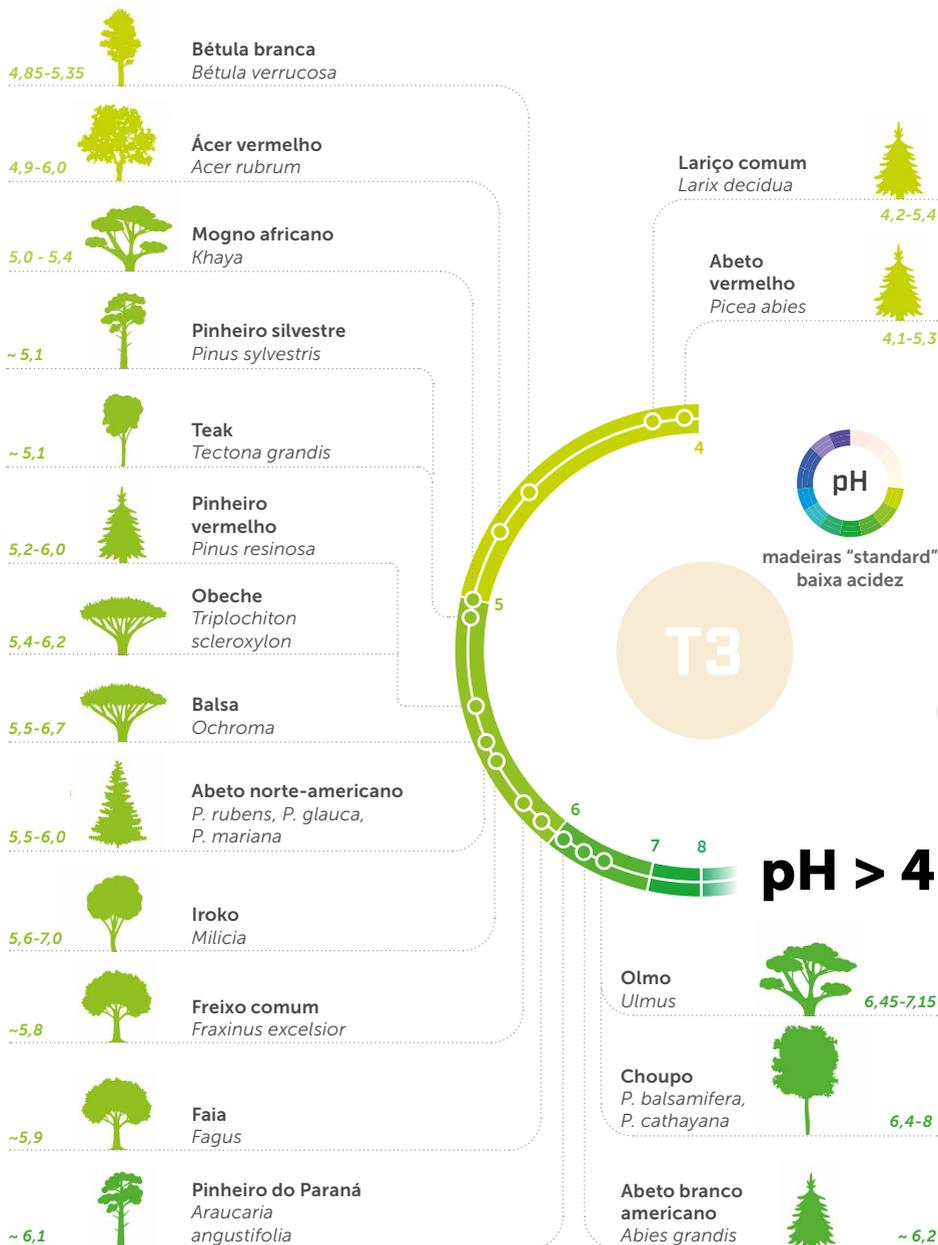


20°C
-

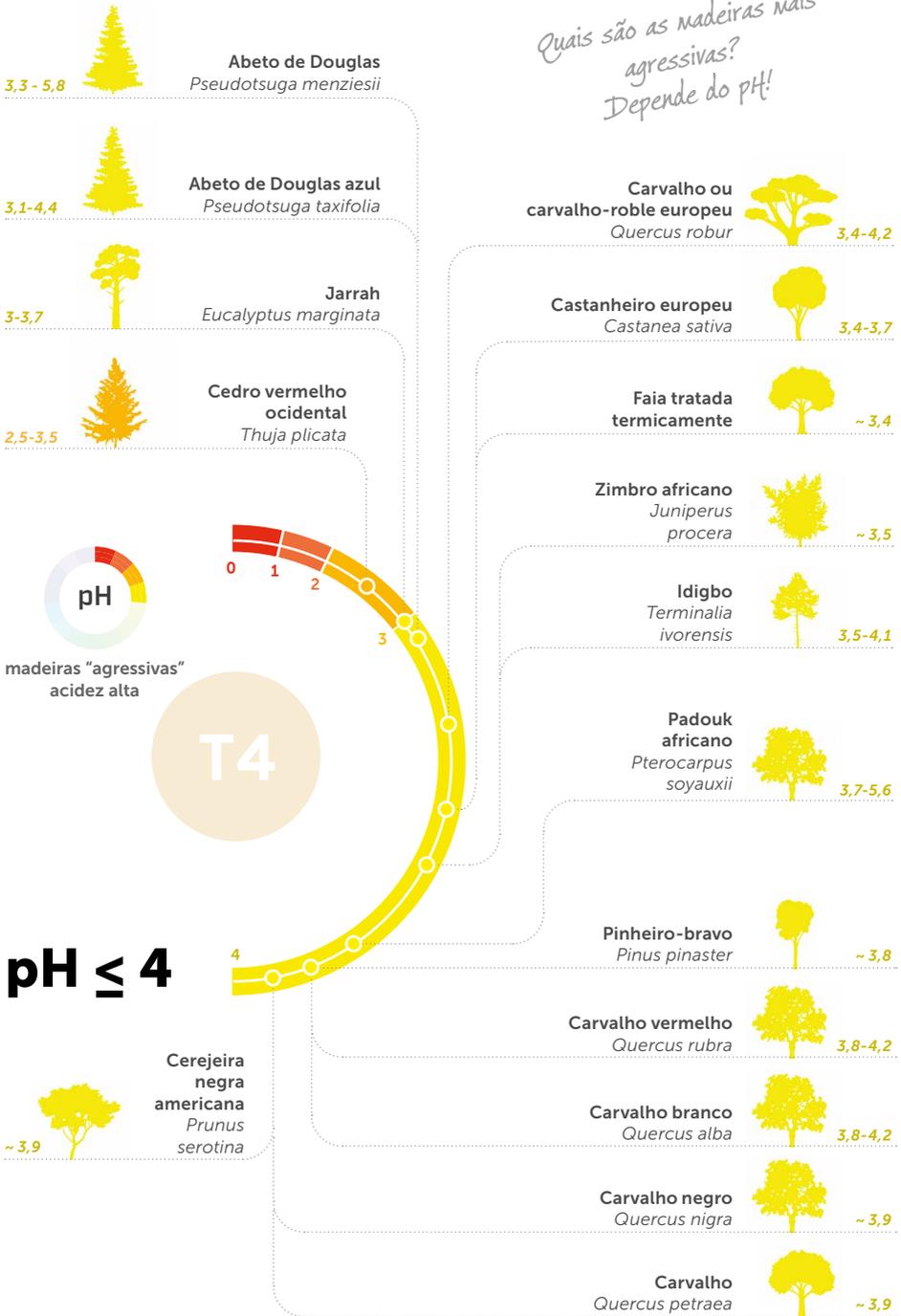
ESPÉCIES LENHOSAS e pH para T3 e T4

[Definidas de acordo com Wagenführ R; Wagenführ A. 2022. Holzatlas e Coatings for Display and Storage in Museums January 1999 Publisher: Canadian Conservation Institute Jean Tetreault]

A presença de ácido acético é particularmente crucial quando o elemento está no estado exposto (SC3). Saber que espécie lenhosa é mais ácida é, portanto, crucial.



Quais são as madeiras mais agressivas?
Depende do pH!



pH ≤ 4

TANINOS e pH

Proteção
ou corrosão?

Os taninos são uma substância química presente em extratos vegetais, pertencente à família dos polifenóis, comum em plantas e árvores. O seu papel biológico é o de defesa, são moléculas com propriedades antioxidantes.

O seu efeito no metal, porém, é contrário ao que se esperaria. De facto, assim que o processo corrosivo começa, os taninos aderem à superfície do conector e formam uma **camada protetora** que o torna mais lento. Basicamente, **quanto mais taninos estiverem presentes numa madeira, mais lenta será a corrosão do conector uma vez desencadeada**.

EFEITO DOS TANINOS

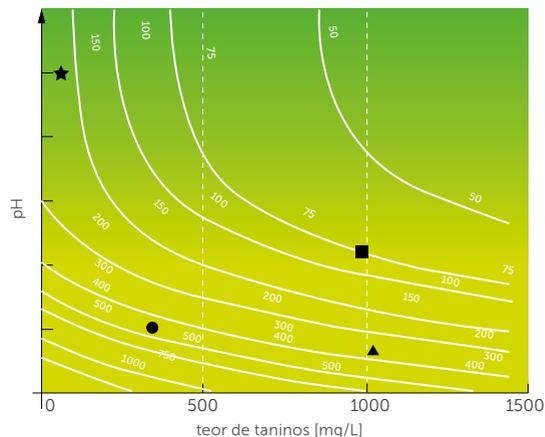
conector:	parafuso com rosca total
coating:	eletrogalvanização (≈ 10µm)
madeira:	carvalho verde
tempo de exposição:	6 meses
classe de serviço [SC]:	SC3
classe de corrosividade atmosférica [C]:	C2
classe de corrosividade da madeira [T]:	T4



- Os testes realizados pela I&D Rothoblaas mostraram que em apenas dois meses o efeito dos taninos é evidente:
- Na parte do conector inserida profundamente no elemento de madeira, pode ser vista uma camada protetora preta consistente.
 - Na zona de interface, o conector está corroído (ferrugem vermelha) porque a camada protetora foi lavada pela água.

VELOCIDADE DE CORROSÃO

Taxa de corrosão em extratos de madeira [µm/ano]
em função do pH e do teor de taninos⁽¹⁾



O fator mais importante a considerar no processo corrosivo é a classe de corrosividade da madeira (T) relacionada com o pH e a humidade da madeira. Ao mesmo nível de pH, a presença de taninos abranda o fenómeno corrosivo.

Normalmente tendemos a associar os taninos à corrosão porque muitas madeiras ricas em taninos são também ácidas (pH < 4). No entanto, existem exceções, como o *pinheiro-bravo* e o *abeto de Douglas* que são classificados como T4, embora não sejam taninos.

- ▲ carvalho
- pinheiro
- acácia
- ★ olmo

⁽¹⁾ Com base na investigação de S. Zelinka, *Corrosion in Wood Products*. 2014. (Ed.), ISBN: 978-953-51-1223-5, InTech, DOI: 10.5772/57296.

CAMPANHA EXPERIMENTAL

Foi realizada uma campanha experimental no nosso laboratório para avaliar a evolução da corrosão dos conectores ao longo do tempo.

Durante os testes foram analisados:

- cerca de **350 configurações**
- obtidas pela combinação de **6 tipos diferentes** de parafusos
- ao longo de um período de **1 ano**

As amostras foram colocadas em ambientes com **diferentes classes de serviço**.

Os parafusos foram analisados numa **base mensal** para avaliar a taxa de corrosão e a influência das diferentes variáveis envolvidas.

CONFIGURAÇÃO

madeira: carvalho

tempo de exposição: 12 meses

classe de serviço [SC]:

SC3

classe de corrosividade atmosférica [C]:

C2

classe de corrosividade da madeira [T]:

T4



RESULTADOS:



após 1 mês



ligeiros sinais de taninos,
sem presença de
ferrugem

sem presença de
ferrugem

sem presença de
ferrugem

sem presença de
ferrugem



após 10 meses



forte presença de
taninos,
fortes sinais de ferrugem
vermelha

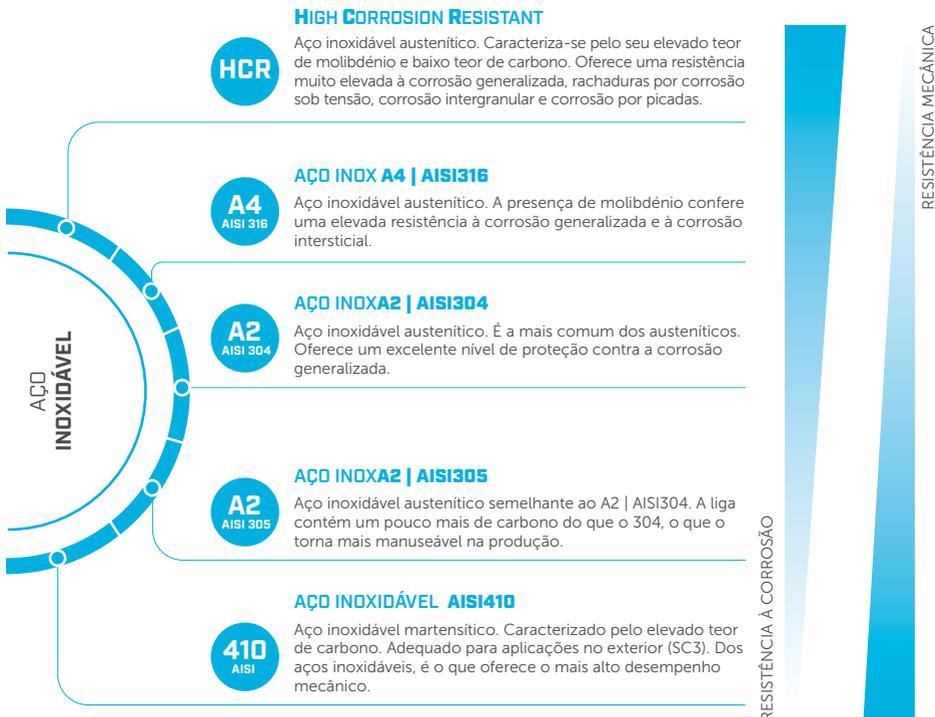
presença de taninos,
sem presença de
ferrugem

forte presença de
taninos,
sinais de ferrugem

sem presença de
ferrugem

AÇOS E REVESTIMENTOS

O melhor compromisso
entre resistência à corrosão
e resistência mecânica



*Exigências estéticas
e projetuais:
todos os conectores da gama*



HCR	A4 AISI316	A2 AISI304	C4 EVO		Zn ELECTRO PLATED	
HBS HCR	SCI A4	SCI A2	HBS EVO	VGS EVO	HBS	VGS



A2 AISI304	AISI410		C4 EVO	ORGANIC	Zn ELECTRO PLATED	
KKZ A2	KKA AISI410		VGZ EVO	KKAN	VGZ	



AISI410	A4 AISI316		C4 EVO		Zn ELECTRO PLATED	
KKF AISI410	HBS PLATE A4		HBS PLATE EVO		HBS PLATE	



A2 AISI304	AISI410	Zn ELECTRO PLATED		C4 EVO		Zn
SHS	SHS AISI410	HBS HARDWOOD		TBS EVO	TBS	



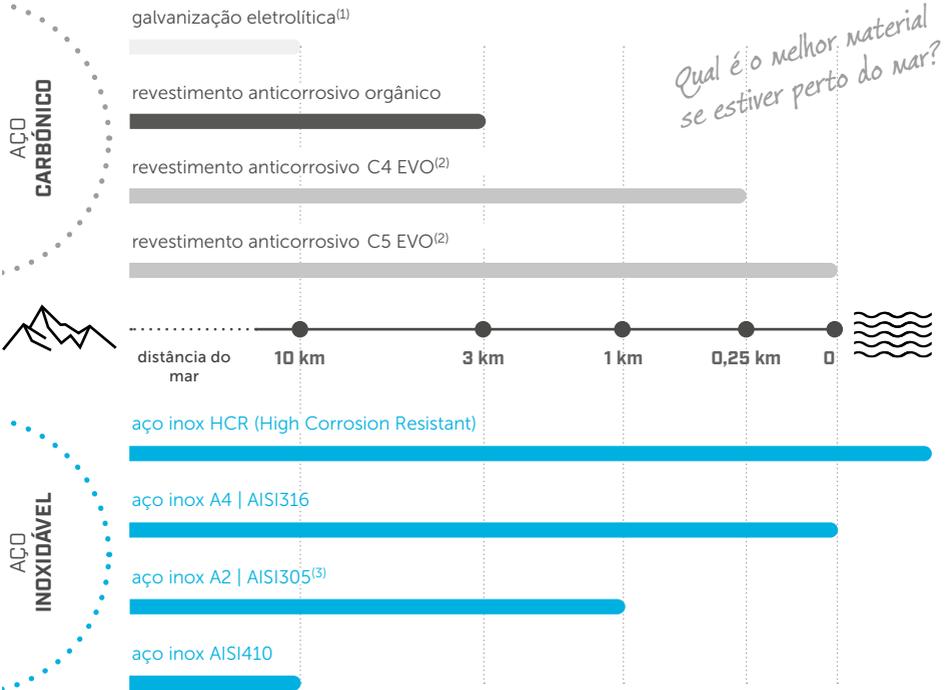
A4 AISI316		ORGANIC				A2 AISI304	AISI410
KKT A4		KKT				EWS A2	EWS AISI410



DISTÂNCIA DO MAR

RESISTÊNCIA A EXPOSIÇÃO AOS CLORETOS

Comparação da resistência à corrosão atmosférica entre diferentes tipos de revestimentos à base de zinco e diferentes tipos de aços inoxidáveis utilizados em parafusos de madeira, considerando apenas a influência dos cloretos (sal) e sem um regime de limpeza (com base na EN 14592:2022 e EN 1993-1-4:2014).



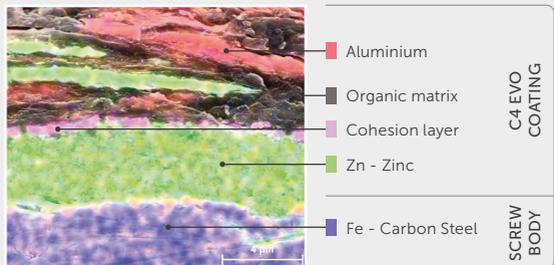
⁽¹⁾ Apenas para condições de exposição ao ar livre protegidas.

⁽²⁾ EN 14592:2022 limita atualmente a vida útil dos revestimentos alternativos a 15 anos.

⁽³⁾ A2 AISI304: considerando o metal completamente exposto à chuva.

C4 EVO é um revestimento de múltiplas camadas composto por:

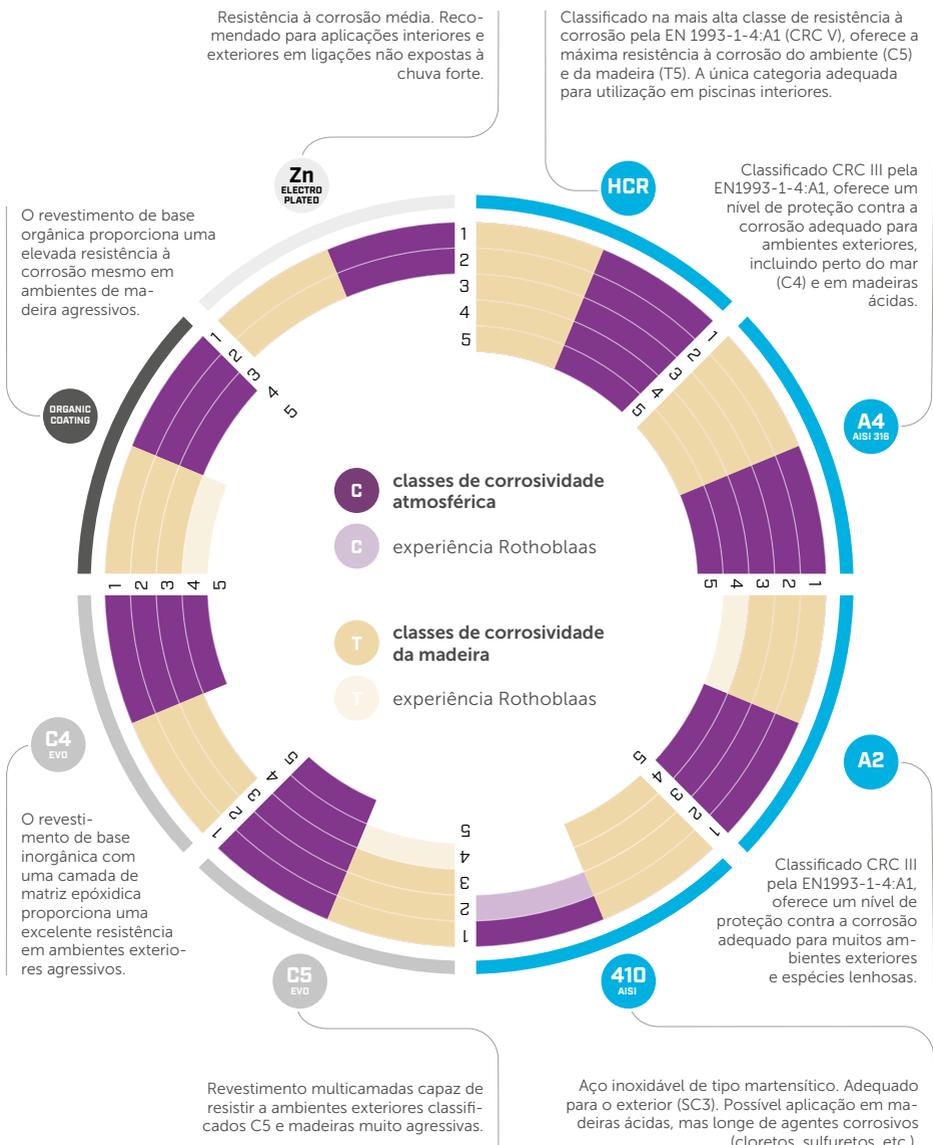
- Uma camada funcional externa de cerca de 15-20 µm de matriz epóxica com cargas de flakes de alumínio, que confere ao revestimento uma excelente resistência aos stress mecânicos e térmicos. Os flakes de alumínio, além disso, funcionam se necessário como elemento sacrificial catódico para o metal base do parafuso.
- Uma camada de adesão central para a camada funcional externa.
- Uma camada interna de cerca de 4 µm de zinco com função de ulterior camada de resistência à corrosão.



ESCOLHA DO MATERIAL E DO REVESTIMENTO

RESISTÊNCIA À CORROSÃO T-C

Avaliação do comportamento à corrosão do material e dos revestimentos em função da classe de corrosividade de do ambiente⁽¹⁾ e da classe de corrosividade da madeira (com base na EN 14592:2022 e EN 1993-1-4:2014).



⁽¹⁾ Para o aço inoxidável, foi determinada uma classe de corrosividade atmosférica equivalente considerando apenas a influência dos cloretos (sal) e sem um regime de limpeza.

COMBINAÇÃO COM CHAPAS

Como fazer a escolha certa?

Os parafusos são frequentemente utilizados em combinação com chapas metálicas. Nesses casos, deve assegurar-se que ambos os componentes da ligação são suficientemente resistentes ao ambiente atmosférico e à corrosividade do elemento de madeira.

Start

3 passos simples para encontrar a solução certa



escolha do material e do revestimento da chapa metálica **2**

LOCK T EVO
LIGADOR OCULTO DE ENGATE MADEIRA-MADEIRA PARA EXTERIOR

LOCK EVO

escolha do material e do revestimento da fixação com base na compatibilidade com o ambiente e com a chapa **3**

HBS PLATE EVO
PARAFUSO DE CABEÇA TRONCOCÔNICA

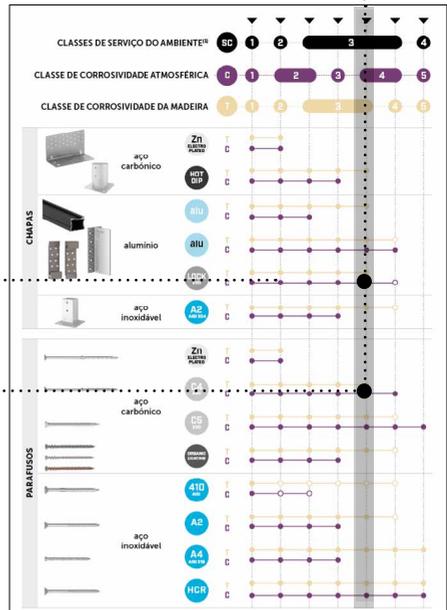
C4 EVO

1 determinação das várias classes (corrosividade atmosférica, de serviço e corrosividade da madeira) de acordo com o ambiente



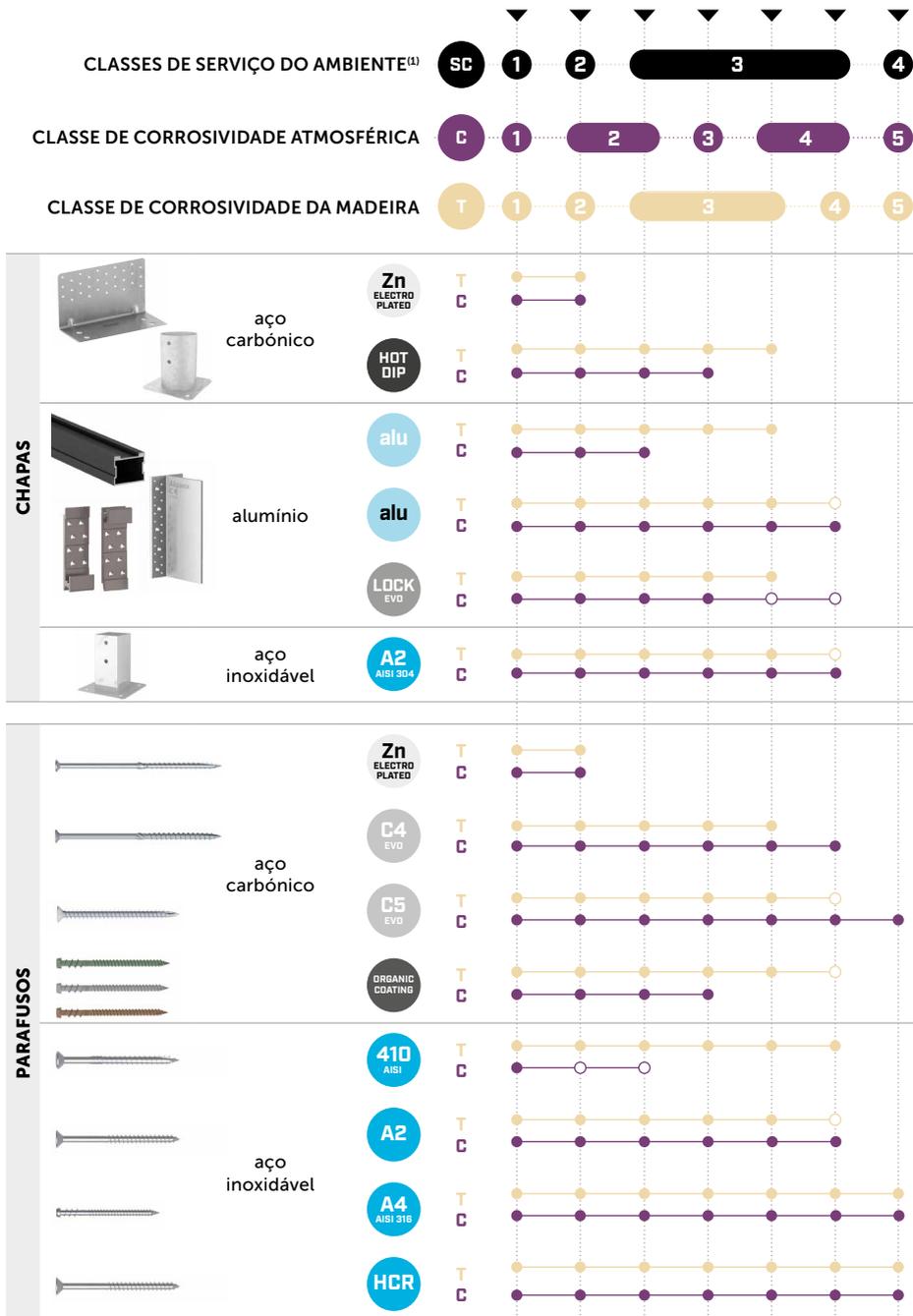
EXEMPLO: elementos de madeira expostos diretamente às intempéries num ambiente próximos do mar

SC3 C4 T3



LEGENDA:

- utilização prevista na legislação
- utilização prevista na legislação
- experiência Rothoblaas



A combinação de metais diferentes em ambientes exteriores também requer uma avaliação do risco de corrosão por acoplamento galvânico.

⁽¹⁾ A correspondência das classes de corrosividade C e T com as classes de serviço SC é uma representação aproximada de casos comuns. Pode haver casos particulares que não estão refletidos nesta tabela.

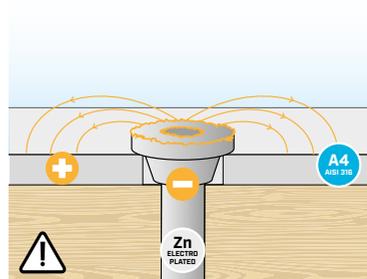
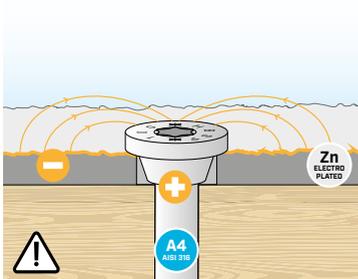
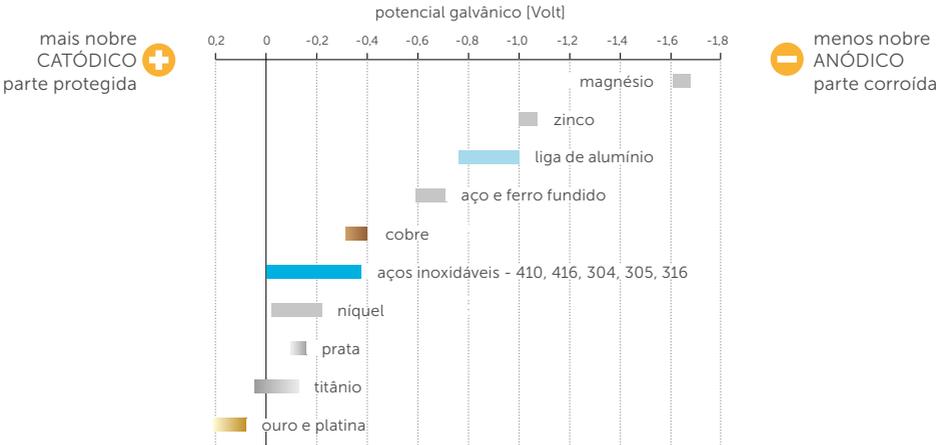
LIGAÇÃO GALVÂNICA

A combinação de metais diferentes em ambientes exteriores ou húmidos requer uma avaliação do risco de corrosão por acoplamento galvânico. Para que ocorra corrosão no acoplamento galvânico, as 3 condições seguintes devem ser preenchidas simultaneamente:



Quanto mais dissimilares forem os metais (maior diferença potencial), maior será o risco de corrosão. O potencial de corrosão galvânica entre metais é ditado pela distância entre eles na "série galvânica de metais". Grosso modo, uma diferença de potencial superior a 0,4-0,5 V pode ser considerada significativa/crítica.

Série galvânica dos metais: potencial de corrosão de vários metais em água do mar



Nestes casos, o metal menos nobre (Zn) é dissolvido (dissolução anódica), enquanto que a parte mais nobre (A4) não é atacada pela corrosão (atuando como cátodo).

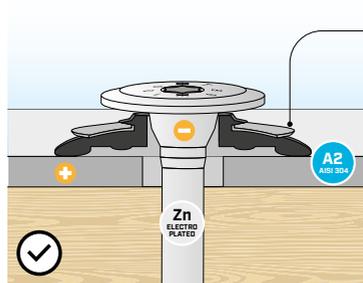
Como evitar a corrosão nas ligações?

PREVENÇÃO

Para prevenir ou minimizar o risco de corrosão galvânica podem ser tomadas as seguintes medidas:

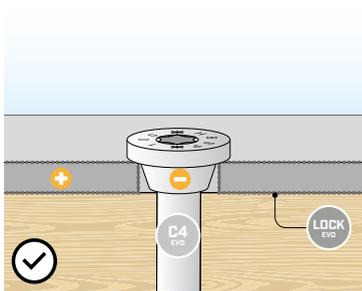


Utilizar materiais semelhantes ou com uma pequena diferença de potencial.

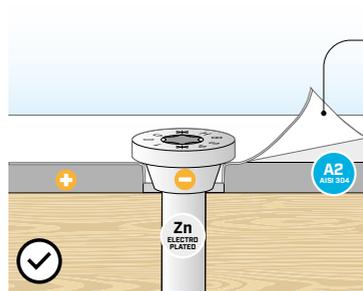


Desligar o acoplamento galvânico entre os dois materiais.

WBAZ
ANILHA
INOXIDÁVEL COM
GUARNIÇÃO DE
VEDAÇÃO



Revestir o ânodo ou cátodo para impedir a ligação elétrica.



Impedir que a humidade entre em contacto com ambos os metais.

NAIL BAND
FITA SELANTE
PONTO DE PREGO
BUTÍLICA

METAIS DISSIMILARES

Por vezes não podemos evitar a utilização de metais dissimilares. Neste caso, devemos assegurar que os elementos de fixação (por ex., parafusos ou pregos) são de um material mais nobre do que o material da ligação, como é o caso dos conectores LOCK (alumínio) quando utilizados com parafusos KKF (aço inoxidável AISI410) num contexto exterior.



MADEIRA E ACOPLAMENTO GALVÂNICO

Quando falamos de madeira e acoplamento galvânico, devemos considerar a distinção entre **água livre** e **água ligada**.

Potencialmente, a água livre poderia atuar como eletrólito, mas o risco associado de acoplamento galvânico é muito baixo e só ocorre se o eletrólito tocar em ambos os materiais dissimilares. Mesmo neste caso, a água livre não flui abundantemente das células de madeira.

A água ligada não pode atuar como eletrólito porque está ligada dentro das células de madeira.

Uma vez que o teor de humidade de equilíbrio da madeira é de aproximadamente 12% e não há água livre na madeira com um teor de humidade inferior a 20%, **a madeira que envolve a ligação pode proteger a ligação da corrosão galvânica** absorvendo o excesso de humidade e evitando a acumulação de água.

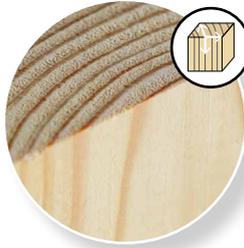
RETRAÇÃO E DILATAÇÃO

O comportamento do material de madeira



HIGROSCÓPIO

A madeira é um material vivo, poroso e higroscópico, o que significa que, pela sua natureza, pode adquirir ou perder humidade dependendo das condições ambientais em que se encontra.



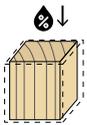
ANISÓTROPICO

O desempenho mecânico e as deformações no elemento de madeira são diferentes dependendo da direção anatómica (longitudinal e radial/tangencial).

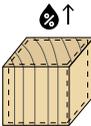


NÃO UNIFORME

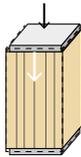
Existem muitas espécies lenhosas no mundo com características e densidades diferentes e específicas.



$\Delta u < 0\%$
redução da humidade
retração

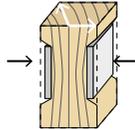


$\Delta u > 0\%$
aumento da humidade
dilatação



direção longitudinal

\neq



direção transversal



dependendo da espécie lenhosa
densidades diferentes



VARIAÇÕES DIMENSIONAIS DIFERENTES

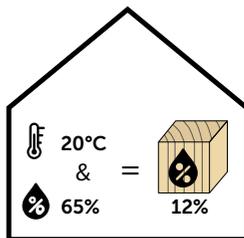
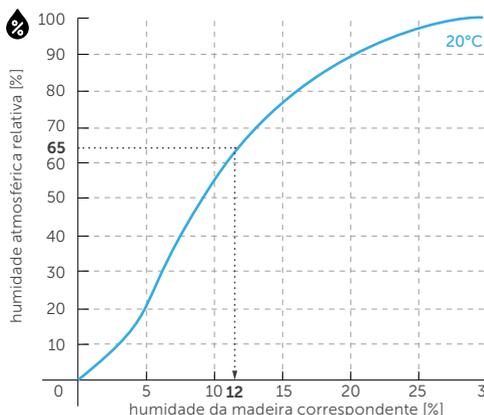
dependendo da variação de humidade, da direção em relação ao grão e da espécie lenhosa

HIGROSCOPIA

HUMIDADE RESIDUAL

*Como a
humidade influencia o
comportamento
da madeira*

A madeira coloca-se em equilíbrio higroscópico com o ambiente em que é colocada: liberta ou absorve humidade até encontrar um ponto de equilíbrio. Com base nas condições climáticas do ambiente (temperatura e humidade relativa do ar), é possível determinar o teor de humidade correspondente no interior da madeira.



Um elemento de madeira colocado num ambiente com **humidade relativa de 65%** e com uma **temperatura de 20 °C** terá, em equilíbrio, um valor de **humidade correspondente de 12%**.

	SC1	SC2	SC3	SC4
humidade atmosférica relativa do ar circundante (limite superior)	65%	85%	95%	100%
humidade da madeira correspondente	12%	20%	24%	

Em regra, a madeira deve ser fornecida com um teor de humidade tão próximo quanto possível do adequado às condições ambientais em que estará na obra acabada, para que não esteja sujeita às correspondentes variações de humidade e, conseqüentemente, a fenómenos de retração ou dilatação.

REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA

A presença de humidade no elemento de madeira influencia o seu desempenho estático: com a mesma tensão, um elemento colocado num ambiente com elevada humidade (por exemplo SC3) apresenta uma resistência mecânica mais baixa do que em SC1. Ao nível de projeto, devem ser aplicados coeficientes de correção apropriados (k_{mod}) para ter em conta este fenómeno.

Coefficientes de correção para a duração da carga e para a humidade $k_{mod}^{(1)}$

Madeira maciça EN 14081-1	Classe de duração da carga	SC1	SC2	SC3	SC4
	Permanente	0,60	0,60	0,55	0,50
Longa	0,70	0,70	0,60	0,55	
Média	0,80	0,80	0,70	0,65	
Breve	0,90	0,90	0,80	0,70	
Instantânea	1,10	1,10	1,00	0,90	

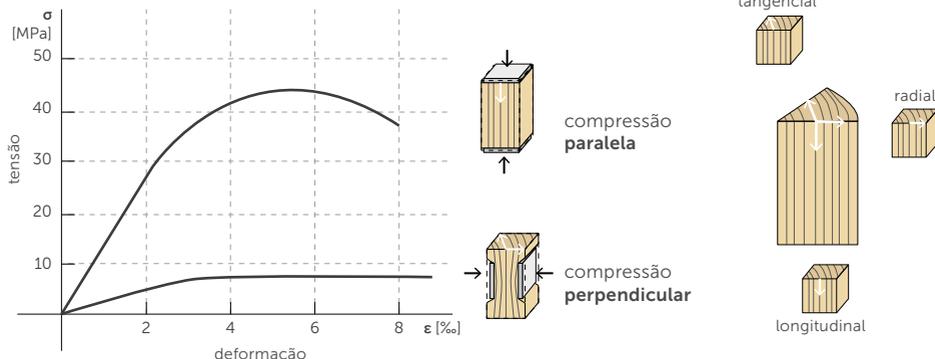
⁽¹⁾ Nova geração de Eurocódigos prEN 1995-1-2 (n.d.)

ANISOTROPIA E ESPÉCIES LENHOSAS

A organização celular da madeira influencia o seu desempenho mecânico e determina uma diferença significativa em termos de resistência e rigidez, dependendo da direção em relação ao fio ou à fibra. No projeto são considerados dois casos: paralelo ou perpendicular (radial/tangencial).

Estrutura celular: como influencia o comportamento da madeira

Curvas típicas de tensão-deformação



VARIAÇÕES DIMENSIONAIS EM FUNÇÃO DA DIREÇÃO

Os fenômenos de retração e dilatação também diferem em função da direção anatômica considerada no elemento de madeira.

As variações dimensionais lineares da madeira são proporcionais à variação da humidade:

$$L_{\text{final}} = L_{\text{inicial}} [1 + k_{\text{sh/sw}} (u_{\text{final}} - u_{\text{inicial}})]$$

onde:

- L_{final} é a dimensão relativa ao teor de humidade final
- L_{inicial} é a dimensão relativa ao teor de humidade inicial
- $k_{\text{sh/sw}}$ é o coeficiente de retração/dilatação na direção anatômica considerada (ver quadro abaixo)
- u_{inicial} é o teor de humidade residual inicial da madeira [%]
- u_{final} é o teor de humidade residual final da madeira [%]

Coefficientes $k_{\text{sh/sw}}$ de retração/dilatação⁽¹⁾

para uma variação de 1% do teor de humidade residual na direção:

	 direção longitudinal	 direção radial	 direção tangencial
coníferas, carvalho, castanheiro, choupo	0,0001	0,0012	0,0024
carvalho da Turquia	0,0001	0,0020	0,0040
madeira de coníferas lamelada colada	0,0001	0,0025	0,0025

As variações dimensionais higroscópicas (retração e dilatação) ocorrem devido à humidade residual abaixo do ponto de saturação das fibras (Fibre Saturation Point - FSP), o que corresponde convencionalmente a uma humidade residual de 30%.

Para humidades acima do FPS, há variações de massa, mas não de volume.

⁽¹⁾ CNR-DT 206 R1/2018

DILATAÇÃO: VARIAÇÕES DIMENSIONAIS

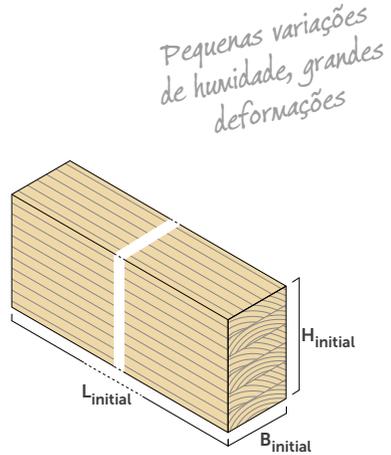
VIGAS DE MADEIRA LAMELADA

L_{initial}	comprimento inicial	4000 mm
B_{initial}	base inicial	120 mm
H_{initial}	altura inicial	200 mm
V_{initial}	volume inicial	0,096 m ³
material	madeira GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)	

u_{initial}	humidade inicial	10%
u_{final}	humidade final	20%
Δu	diferença de humidade	10%

	paralela	perpendicular
$k_{\text{sh/sw}}^{(1)}$	0,0001	0,0025

L_{final}	comprimento final	4004 mm
B_{final}	base final	123 mm
H_{final}	altura final	205 mm
V_{final}	volume final	0,101 m ³



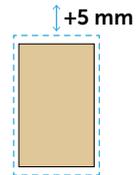
VARIAÇÕES DIMENSIONAIS

+4 mm	+0,1%
+3 mm	+2,5%
+5 mm	+2,5%
+0,005 m³	+5,2%

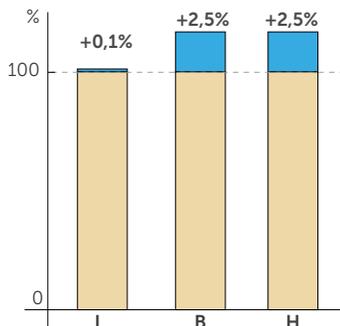
$\Delta u = 10\%$



+4 mm



+3 mm



As variações dimensionais encontradas, embora semelhantes em valor absoluto, são muito mais acentuadas na direção transversal do que na direção longitudinal.

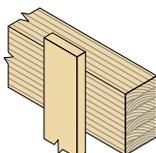
Normalmente, nas estruturas de madeira, a tolerância de construção é na ordem dos milímetros; as dilatações ou retrações que não são tidas em conta e suportadas geram **aumentos de tensão** e fenómenos de ruturas ou fissuras localizadas.

⁽¹⁾ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08

DILATAÇÃO: AUMENTOS DE TENSÃO

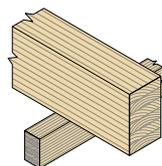
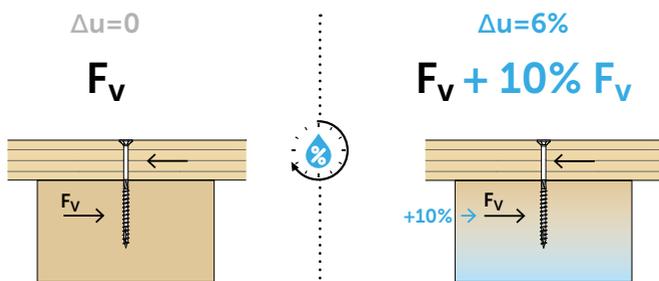
MADEIRA-MADEIRA

Uma variação de humidade no interior do elemento de madeira provoca uma tensão adicional no conector⁽¹⁾.



PARAFUSOS CARREGADOS LATERALMENTE

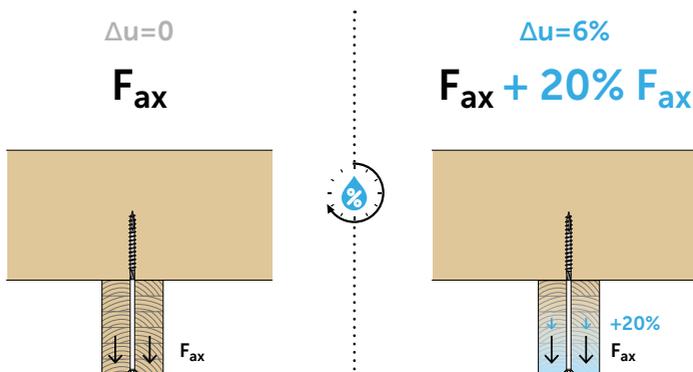
O conector representa uma limitação da deformação livre da madeira: a dilatação está associada a um aumento do esforço de apoio no eixo do conector, o que se traduz numa carga de corte adicional.



PARAFUSOS SOB TENSÃO AXIAL

A dilatação impedida resulta numa carga concentrada na cabeça do parafuso, que tende a penetrar no elemento de madeira.

O conector é sujeito a uma carga mesmo na ausência de tensões que atuem na ligação.

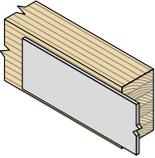


⁽¹⁾ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 e DIN EN 1995-1-1:2010-12

As variações de humidade afetam a resistência das ligações

AÇO-MADEIRA

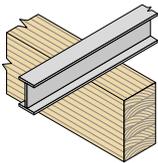
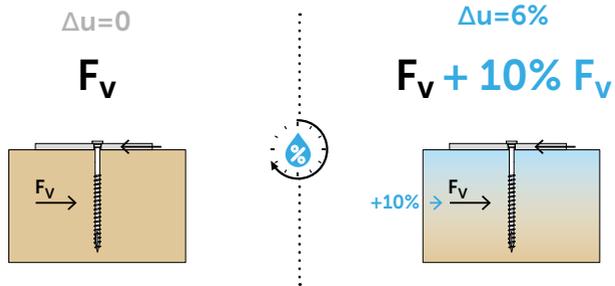
O elemento metálico representa uma limitação rígida do confinamento da madeira e evita a sua deformação induzida pela variação da humidade.



PARAFUSOS CARREGADOS LATERALMENTE

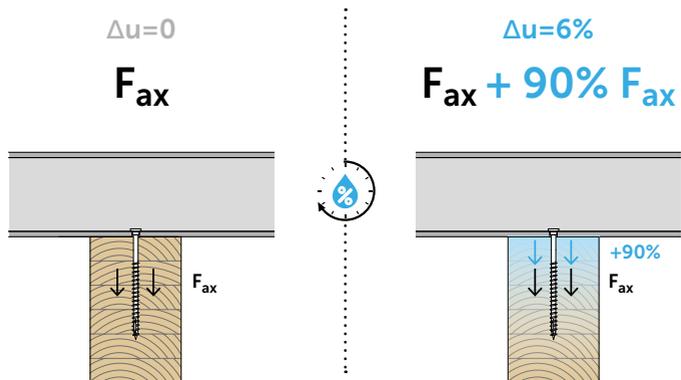
Em ligação com uma placa metálica, o conector tem menos capacidade para acompanhar as deformações do material.

O conector é sujeito a uma carga mesmo na ausência de tensões que atuem na ligação.



PARAFUSOS SOB TENSÃO AXIAL

O conector é significativamente tensionado no sentido axial, se for posicionado de forma a que não possa acompanhar o movimento da madeira.



DILATAÇÃO: ELEMENTOS CONFINADOS

*Aço-madeira:
atenção às tensões*

O elemento metálico representa uma limitação rígida de confinamento da madeira: na presença de variação da humidade, o elemento não tem liberdade para dilatar.

A dilatação impedida gera força de compressão na madeira.

O elemento de madeira mantém a sua geometria e dimensão inicial, mas não o seu estado de tensão.

Quando se tem um elemento confinado, o conector é sujeito a uma carga mesmo na ausência de tensões que atuem na ligação se houver uma variação de humidade.

$\Delta u = 0$



$\Delta u > 0\%$



ELEMENTO LIVRE

Se o elemento não estiver confinado, pode deformar-se livremente.

Contudo, os conectores no seu interior estarão sujeitos a tensão adicional.

CHAPA FINA

A limitação não é suficientemente rígida para impedir a dilatação da madeira; a chapa deforma-se para suportar o seu movimento, mas é limitada pelo conector.

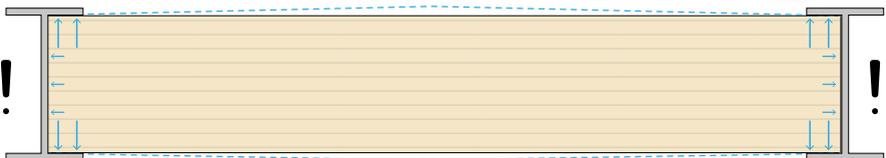
CHAPA ESPESSA

O elemento metálico não deforma; a variação dimensional da madeira ocorre de forma desigual e gera tensões adicionais significativas no conector.

BOAS REGRAS PROJETUAIS

Deve ser assegurado que os fenómenos de dilatação e retração não provocam danos na própria estrutura e não geram tensões que não sejam compatíveis com o material e o seu desempenho em termos de resistência e deformação.

A conceção e instalação de parafusos auto-roscentes parcial ou totalmente roscados deve ter em conta as condições de humidade dos elementos de madeira e as flutuações que podem ocorrer durante o transporte, montagem, estaleiro e operação. A conceção deve ter em conta eventuais tensões adicionais relacionadas com condições temporárias.



Para mais informações sobre a instalação METAL-MADEIRA, ver pág.63.

CAMPANHA EXPERIMENTAL

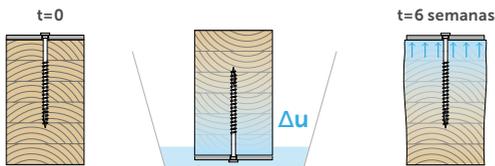
Foi realizada uma campanha experimental no nosso laboratório para avaliar o aumento da tensão nos conectores na sequência da variação de humidade na madeira.

Durante os testes, foram analisadas cerca de **20 configurações** combinando **3 tipos diferentes** de parafusos com condições de instalação diferentes em ligações **aço-madeira**.

As amostras foram colocadas em ambientes definidos em que a humidade dos elementos de madeira podia variar de forma controlada.

Os parafusos foram analisados numa **base diária** para avaliar a influência das diferentes variáveis envolvidas.

CONFIGURAÇÃO



madeira:	madeira lamelada (softwood)
tempo de exposição:	6 semanas
parafusos:	HBS PLATE
humidade inicial:	11%
humidade final:	40%



RESULTADOS:



configuração inicial

chapa fina



chapa espessa



chapa espessa + XYLOFON 35



após 6 semanas

chapa fina



chapa espessa



chapa espessa + XYLOFON 35



FOGO

Quão diferente é o comportamento da madeira em comparação com o aço?

COMPORTAMENTO AO FOGO

As estruturas de madeira, corretamente projectadas, garantem elevadas prestações também em caso de incêndio.



MADEIRA

A madeira é um material combustível que queima lentamente: em caso de incêndio, verifica-se uma redução da secção resistente, enquanto a parte não afetada pela carbonização mantém as suas características mecânicas (rigidez e resistência).

Velocidade de carbonização unidimensional $\beta_0 \approx 0.65 \text{ mm/min}$



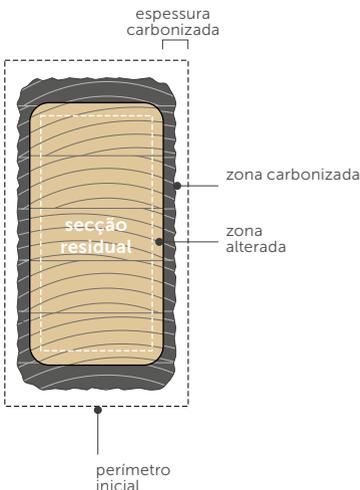
METAL

O aço, e as ligações metálicas em geral, são o ponto fraco das estruturas de madeira em condições de incêndio.

As partes metálicas conduzem de facto as altas temperaturas para o interior da secção. Além disso, à medida que a temperatura aumenta, as suas propriedades mecânicas diminuem rapidamente.

Se não for considerado, pode causar um colapso imprevisto da ligação.

PORQUE É QUE A MADEIRA RESISTE AO FOGO?



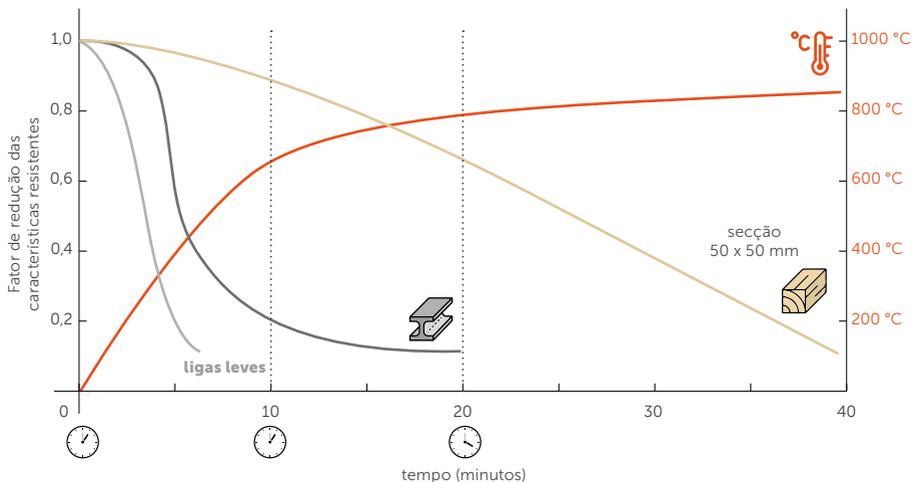
A madeira é um material combustível que pode ser completamente destruído se for exposto a fontes externas de calor de elevada duração e intensidade. Contudo:

- a madeira é um material higroscópico que contém água, elemento que retarda consideravelmente a penetração do calor no interior da secção, mesmo a temperaturas exteriores muito elevadas;
- a camada carbonizada atua como um escudo contra a penetração de calor no interior da secção, uma vez que os gases quentes produzidos durante a pirólise abrandam o aumento da temperatura na própria camada.

Se se olhar para a secção transversal de um elemento de madeira após ter sido submetido a uma carga de incêndio, podem ser identificadas três camadas:

- uma **zona carbonizada** que corresponde à camada de madeira agora completamente afetada pelo processo de combustão;
- uma **zona alterada** ainda não carbonizada, mas que sofreu aumentos de temperatura acima dos 100 °C, que se presume ter zero resistência residual;
- uma **secção residual** que mantém as suas propriedades iniciais de resistência e rigidez.

COLAPSO DE UM NÓ



Instante t=0

ambos os materiais têm uma resistência de 100%

0 min

0°C



100%

$$R = R_{t_0}$$



100%

$$R = R_{t_0}$$

Instante t=10 min

para o aço a resistência foi reduzida para 20% enquanto que para a madeira ainda é de 85%

10 min

~600°C



20%

$$R = 0,20 R_{t_0}$$



85%

$$R = 0,85 R_{t_0}$$

Instante t=20 min

o aço colapsou e já não tem qualquer resistência enquanto que para a madeira permaneceu 65%

20 min

~800°C



0%

$$R = 0$$



65%

$$R = 0,65 R_{t_0}$$



AÇO e LIGAS LEVES:

evolução das características de resistência dos elementos metálicos sujeitos a incêndio normalizado (independentemente das dimensões da secção).



MADEIRA:

evolução das características de resistência dos elementos de madeira sujeitos a incêndio normalizado (a curva varia com as dimensões da secção).

curva de incêndio padrão ISO 834

CONECTORES METÁLICOS

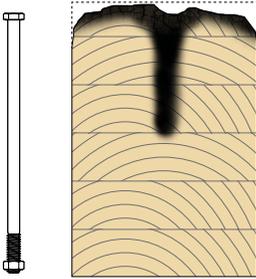
O que influencia o comportamento de um conector ao fogo?

O aço tem uma condutividade térmica muito maior do que a madeira: se exposto à mesma fonte de calor, aquecerá muito mais rapidamente do que a madeira e também transmitirá o calor para o interior da secção, gerando uma camada carbonizada interna.

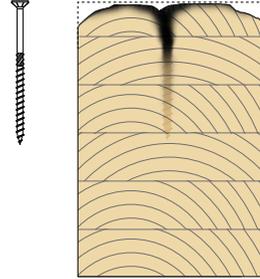
DIÂMETRO

Quanto maior for o diâmetro do conector, mais calor transmitirá para o interior da madeira

parafuso Ø20 exposto a uma fonte de calor



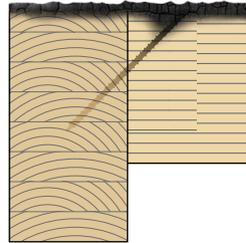
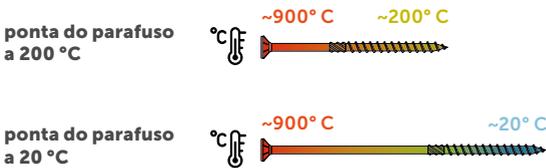
parafuso Ø12 com a cabeça exposta a uma fonte de calor



COMPRIMENTO

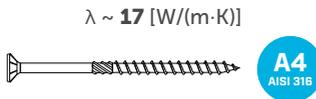
O comprimento, assim como o diâmetro, material e tipo de cabeça de parafuso também afetam a transmissão de calor.

Quanto mais comprido for o parafuso, mais baixas serão as temperaturas porque a ponta do conector está afastada da fonte de calor e numa zona mais fria de madeira.



MATERIAL

Com a mesma geometria, o aço inoxidável tem um melhor desempenho do que o aço carbônico. Com um coeficiente de condutividade mais baixo, as temperaturas ao longo do parafuso de aço inoxidável são mais baixas e a zona carbonizada à sua volta é menor.



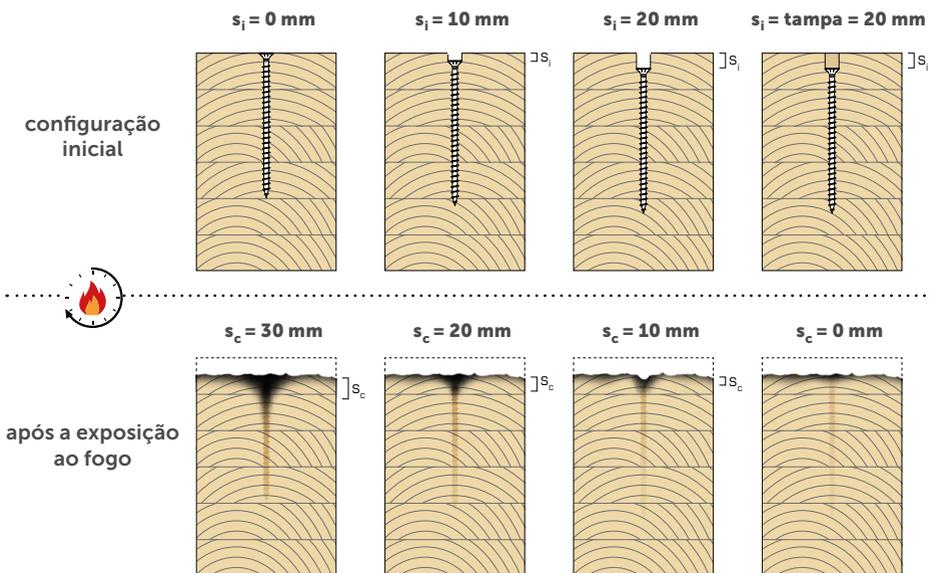
parâmetro	influência no comportamento ao fogo	piores comportamento	melhor comportamento
COMPRIMENTO	significativo		
DIÂMETRO	média		
MATERIAL	média		
TIPO DE CABEÇA	baixa		

A IMPORTÂNCIA DA PROTEÇÃO

Cobrir a cabeça do parafuso ou proteger o metal da exposição direta ao fogo traz benefícios significativos em termos de propagação do calor e profundidade da carbonização.

De facto, a profundidade de carbonização pode ser reduzida variando a profundidade de penetração da cabeça na madeira: quanto maior for a profundidade de penetração na madeira, menor será a profundidade de carbonização. Cobrindo então a cabeça com uma tampa de madeira, a carbonização ao longo do parafuso será nula.

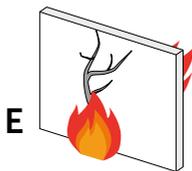
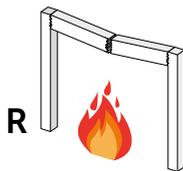
variáveis: s_i : espessura de penetração da cabeça na madeira
 s_c : espessura de carbonização



Rif. N. Werther, M. Gräfe, V. Hofmann, S. Winter „Untersuchungen zum Brandverhalten von querkraftbeanspruchten Verbindungen bei Holzbaukonstruktionen, Neuentwicklung und Optimierung von Verbindungssystemen und allgemeinen Konstruktionsregeln, 2015“

RESISTÊNCIA AO FOGO

A resistência ao fogo indica a capacidade de um elemento construtivo manter a estabilidade estrutural durante um incêndio durante um determinado período, mantendo a capacidade de compartimentação dos fumos e gases quentes gerados pela combustão. O principal objetivo da resistência ao fogo é assegurar a capacidade portante da estrutura em condições de incêndio. As características que devem ser mantidas durante a ação do fogo são indicadas por três letras:



- R** **capacidade portante** capacidade do elemento construtivo de manter a resistência mecânica sob a ação do fogo
- E** **estanquidade** capacidade do elemento construtivo de impedir a passagem de chamas, vapores e gases quentes para o lado não exposto ao fogo
- I** **isolamento térmico** capacidade do elemento construtivo de limitar a transmissão do calor para o lado não exposto ao fogo

A sigla de resistência ao fogo é seguida por números que indicam os minutos de estabilidade em caso de incêndio.

 **REI120** a **resistência mecânica**, a **estanquidade aos fumos** e o **isolamento térmico** do elemento são mantidos durante 120 minutos (2h) após a deflagração do incêndio

 **R60** a **resistência mecânica** do elemento é mantida durante 60 minutos após a deflagração do incêndio

Para elementos estruturais com desenvolvimento linear, como pilares e vigas, só é exigida a capacidade portante (R); para lajes e paredes que delimitam um compartimento, são exigidas as três características (REI).

TESTES À ESCALA REAL

Em colaboração com a RISE - Research Institutes of Sweden, realizámos testes à escala real para determinar o valor EI de alguns dos nós mais comuns na construção em madeira.



PROJETOS DE PESQUISA

Os nossos próximos projetos de investigação centrar-se-ão no estudo do comportamento ao fogo dos nós mais comuns no mundo das construções de madeira. O nosso objetivo, de facto, é estudá-los de todos os pontos de vista, considerando tanto os aspetos estáticos, como os de estanquidade e isolamento térmico para compreender como a resposta do nó muda durante um incêndio em relação aos elementos presentes.

A MELHOR DEFESA? É PASSIVA!



NÃO É TÁTICA, É PREVENÇÃO.

Jogue pelo seguro e resolva os problemas resultantes do fogo com soluções de proteção passiva: projete o seu edifício integrando fitas, selantes e membranas Rothoblaas.



Solicite informações ao seu agente de confiança ou descarregue o catálogo de produtos no nosso sítio web. www.rothoblaas.pt

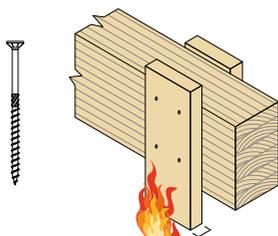
PROTEÇÃO CONTRA O FOGO

Protegemos as estruturas de madeira

LIGAÇÕES NÃO PROTEGIDAS⁽¹⁾

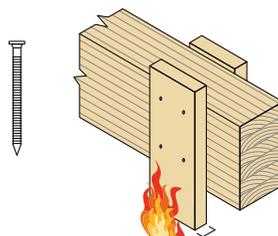
MADEIRA-MADEIRA

R15



parafusos

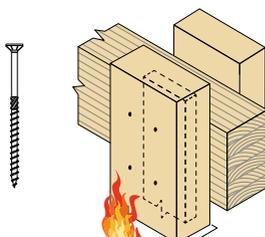
$t_{fi, \min} \geq 28 \text{ mm}$



pregos

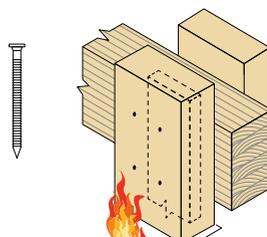
$t_{fi, \min} \geq 28 \text{ mm}$

R60



parafusos

$t_{fi, \min} = 28 + 70 \text{ mm}$



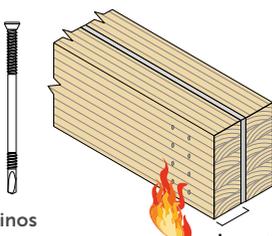
pregos

$t_{fi, \min} = 28 + 70 \text{ mm}$

Para as ligações com parafusos ou pregos é possível aumentar a resistência ao fogo (R_{fd}) até 60 minutos, aumentando as dimensões dos elementos de madeira.

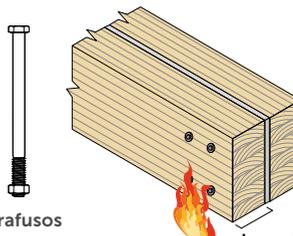
MADEIRA-AÇO

R15



pinos

$t_{fi, \min} \geq 55 \text{ mm}$



parafusos

$t_{fi, \min} \geq 60 \text{ mm}$

A resistência ao fogo até 120 minutos pode ser implementada aumentando as dimensões dos elementos de madeira (t_f) e as distâncias das bordas dos elementos metálicos.

Para ligações AÇO-MADEIRA com chapa exposta: aplicam-se as regras válidas para estruturas de aço (EN 1993-1-2).

⁽¹⁾ Nova geração de Eurocódigos prEN 1995-1-2 (n.d.)

LIGAÇÕES PROTEGIDAS

A resistência ao fogo pode ser aumentada através da conceção de **sistemas de proteção contra incêndios parciais ou totais**. Estes sistemas de proteção podem ser revestimentos de madeira (por exemplo, tampas de madeira), painéis de madeira ou placas de gesso cartonado (tipo A, H ou F).



PARCIAIS

O sistema parcial protege a ligação apenas durante uma parte do tempo de resistência ao fogo necessário (por exemplo, 60 minutos de resistência necessária, o painel resistirá ao fogo durante 45 minutos, os outros 15 minutos devem ser assegurados pela junção não protegida).



TOTAIS

O sistema total protege a ligação durante o tempo necessário (por exemplo, 60 minutos de proteção necessária, o painel resistirá ao fogo durante 60 minutos).

EXEMPLO DE CÁLCULO DA ESPESSURA DA TAMPA DE MADEIRA - PROTEÇÃO PARCIAL

[cap. 6.2.1.2 EN 1995-1-2:2005]

A **profundidade das buchas** ① e a **espessura dos painéis** ② devem ser calculadas de acordo com a resistência ao fogo desejada.

$$a_{fi} = \beta_n \cdot 1,5 \cdot (t_{req} - R_{td})$$

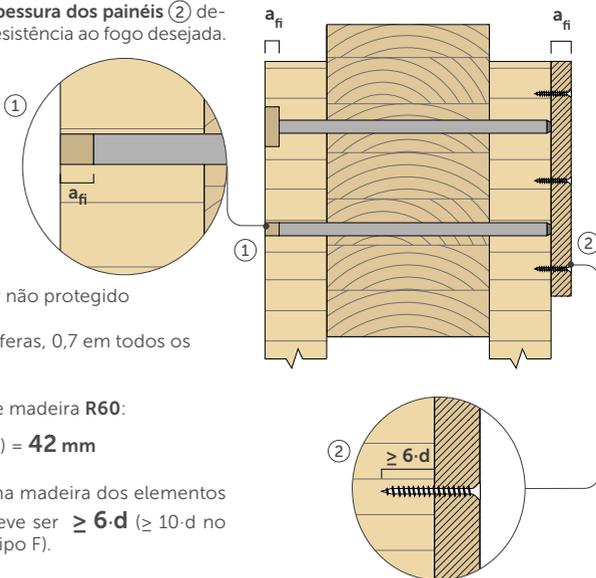
onde:

a_{fi} = espessura painel/bucha

R_{td} = resistência ao fogo do conector não protegido

t_{req} = resistência ao fogo desejada

$\beta_n = 0,8$ para madeira maciça de coníferas, 0,7 em todos os outros casos



Proteção das cavilhas com tampas de madeira **R60**:

$$a_{fi} = 0,7 \cdot 1,5 \cdot (60 - 20) = \mathbf{42 \text{ mm}}$$

N.B. A profundidade de penetração na madeira dos elementos de fixação de painéis de proteção deve ser $\geq 6 \cdot d$ ($\geq 10 \cdot d$ no caso de placas de gesso cartonado Tipo F).

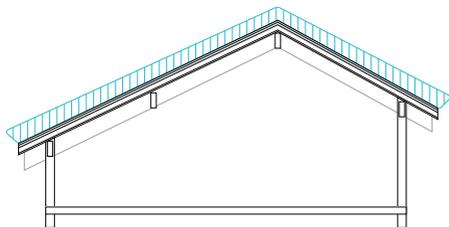
CARGAS EM CASO DE INCÊNDIO

Durante um evento excepcional como um incêndio, as cargas que atuam sobre elementos estruturais são inferiores às cargas utilizadas para a concepção dos elementos estruturais nos estados limites últimos (que são aumentadas através de coeficientes)⁽¹⁾.

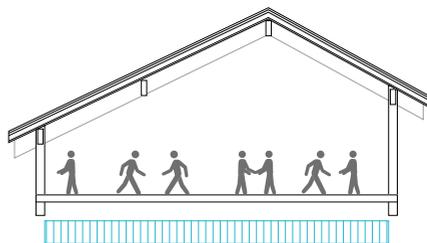
EXEMPLO

A neve sobre um telhado durante um incêndio tende a derreter e, portanto, o peso sobre a estrutura é menor; da mesma forma, durante um incêndio, as pessoas abandonam o local, através das vias de evacuação, diminuindo a carga acidental de categoria que atua sobre os elementos estruturais.

SLU (ESTADO LIMITE ÚLTIMO)



carga da neve na fase de concepção



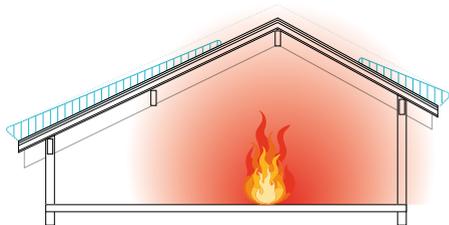
sobrecarga acidental de categoria na fase de concepção (estimativa do peso das pessoas)

INCÊNDIO

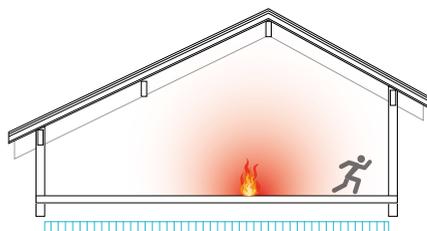
Parte do telhado não afetada pelo incêndio (neve ainda presente)



Parte do telhado afetada por um incêndio (ausência de neve)



carga da neve menor em condições de incêndio



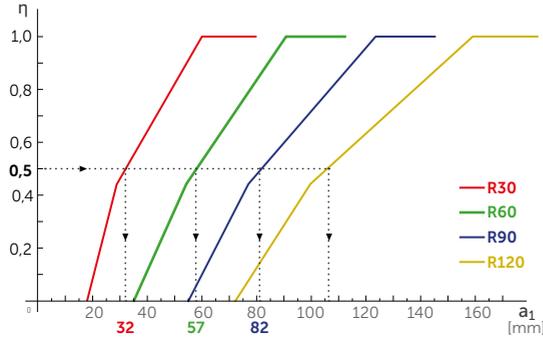
sobrecarga acidental de categoria menor em condições de incêndio

⁽¹⁾Na concepção anti-incêndio, esta diferença é considerada utilizando coeficientes de combinação de cargas (estatisticamente determinadas) inferiores às da concepção de SLU.

PARAFUSOS SOB TENSÃO AXIAL

COEFICIENTE DE REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA

Uma vez que estão sujeitos a uma carga inferior à utilizada para projetar as ligações em condições normais, é aceitável que a resistência da ligação em condições de incêndio também seja inferior:



$$\eta_{k,fi} = R_{k,fi} / R_k$$

$\eta_{k,fi}$ coeficiente de redução da resistência em condições de incêndio

R_k resistência característica da ligação em condições normais

$R_{k,fi}$ resistência da ligação em condições de incêndio

a_1 distância mínima entre o eixo do parafuso e a borda da viga

Determinação de a_1 a partir do coeficiente η escolhido e da resistência ao fogo desejada.

Para $\eta_{k,fi} = 0,5$

R30
 $a_1 = 32$ mm

R60
 $a_1 = 57$ mm

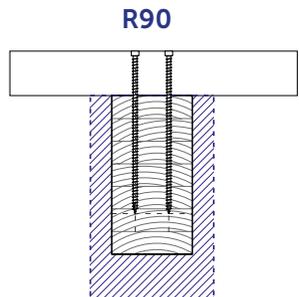
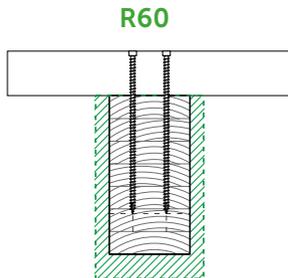
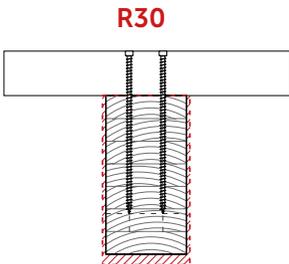
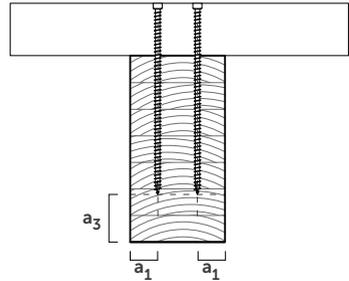
R90
 $a_1 = 82$ mm

DETERMINAÇÃO DA SECÇÃO EM CONDIÇÕES DE INCÊNDIO⁽¹⁾

Após determinar a_1 , é possível calcular a secção mínima em condições de incêndio.

$$a_1 = a_{2,CG}$$

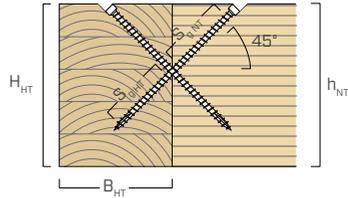
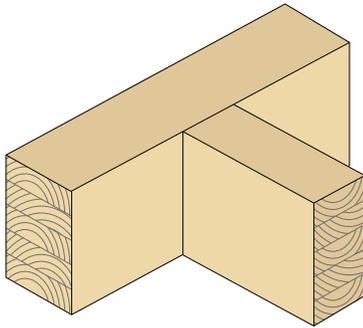
$$a_3 \geq a_1$$



⁽¹⁾ Nova geração de Eurocódigos prEN 1995-1-2 (n.d.)

EXEMPLO DE CÁLCULO

DADOS DE PROJETO



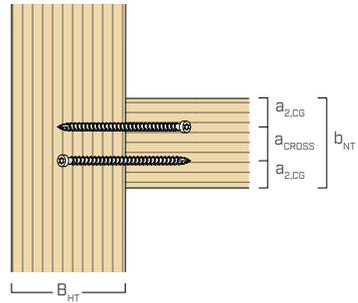
VIGA PRINCIPAL

B_{HT}	base da viga principal	126 mm
h_{HT}	altura da viga principal	245 mm
madeira GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)		

VIGA SECUNDÁRIA

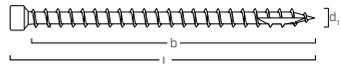
b_{NT}	base da viga secundária	105 mm
h_{NT}	altura da viga secundária	245 mm
madeira GL24h ($\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$)		

Ângulo no plano vertical $\alpha=0^\circ$
 Ângulo no plano horizontal $\beta=0^\circ$



CONECTOR TODO-ROSCA DE CABEÇA CILÍNDRICA

L	comprimento do parafuso	300 mm
b	comprimento da rosca	290 mm
d_t	diâmetro nominal	11 mm



VERIFICAÇÃO

Comprimento roscado do lado da cabeça: $S_{g,HT} = 135 \text{ mm}$;
 Comprimento roscado do lado da ponta: $S_{g,NT} = 135 \text{ mm}$;

ESCOLHA DO COEFICIENTE DE REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA

$\eta_{k,FI}$ escolhido de **0,5**

RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONECTOR EM CONDIÇÕES PADRÃO:

$F_{V,RK} = 26,52 \text{ kN}$

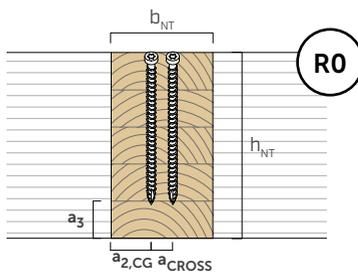
RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONECTOR EM CONDIÇÕES DE INCÊNDIO:

$F_{V,RK,FI} = \eta_{k,fi} \cdot F_{V,RK} = 0,5 \cdot 26,52 \text{ kN} = 13,26 \text{ kN}$

GEOMETRIA "FRIA" R0

b_{NT}	base da viga secundária	105 mm
h_{NT}	altura da viga secundária	245 mm

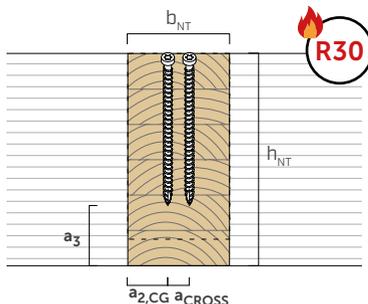
a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG}$		44 mm
a_3		33 mm



RESISTÊNCIA AO FOGO R30

b_{NT}	base da viga secundária	+0 mm	105 mm
h_{NT}	altura da viga secundária	+11 mm	256 mm

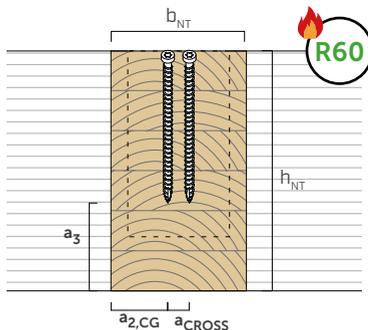
a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG} = a_1$		44 mm
$a_3 \geq a_1$		44 mm



RESISTÊNCIA AO FOGO R60

b_{NT}	base da viga secundária	+26 mm	131 mm
h_{NT}	altura da viga secundária	+24 mm	269 mm

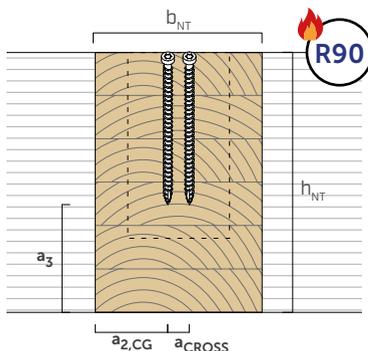
a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG} = a_1$		57 mm
$a_3 \geq a_1$		57 mm



RESISTÊNCIA AO FOGO R90

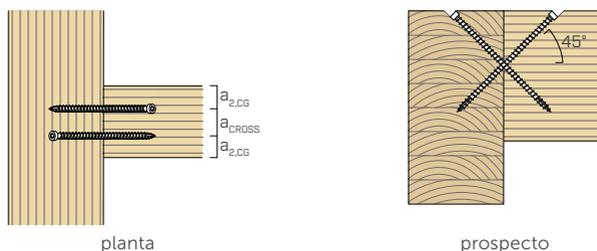
b_{NT}	base da viga secundária	+76 mm	181 mm
h_{NT}	altura da viga secundária	+49 mm	294 mm

a_{CROSS}		17 mm
$a_{2,CG} = a_1$		82 mm
$a_3 \geq a_1$		82 mm



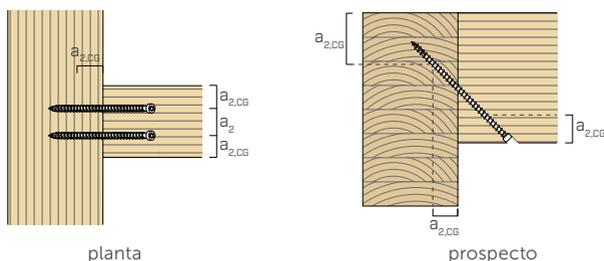
DISTÂNCIAS MÍNIMAS EM CASO DE INCÊNDIO

PARAFUSOS CRUZADOS INSERIDOS COM UM ÂNGULO A EM RELAÇÃO À FIBRA⁽¹⁾



PARAFUSOS INSERIDOS COM E SEM PRÉ-FURO						
	d_1	[mm]	7	9	11	
R0	$a_{2,CG}$	[mm]	4·d	21 ⁽²⁾	36	44
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R30	$a_{2,CG}$	[mm]	-	32	36	44
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R60	$a_{2,CG}$	[mm]	-	57	57	57
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17
R90	$a_{2,CG}$	[mm]	-	82	82	82
	a_{CROSS}	[mm]	1,5·d	11	14	17

PARAFUSOS EM TRAÇÃO INSERIDOS COM UM ÂNGULO A EM RELAÇÃO À FIBRA⁽¹⁾



PARAFUSOS INSERIDOS COM E SEM PRÉ-FURO						
	d_1	[mm]	7	9	11	
R0	$a_{2,CG}$	[mm]	4·d	21 ⁽²⁾	36	44
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55
R30	$a_{2,CG}$	[mm]	-	32	36	44
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55
R60	$a_{2,CG}$	[mm]	-	57	57	57
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55
R90	$a_{2,CG}$	[mm]	-	82	82	82
	a_2	[mm]	5·d	35	45	55

Valores calculados utilizando $\eta_{k,fi} = 0,5$ | $a_{2,CG} = a_1$ de acordo com EN 1995-1-2

⁽¹⁾ Nova geração de Eurocódigos prEN 1995-1-2 (n.d.)

⁽²⁾ Para ligações viga secundária-viga principal VGZ d = 7 mm inclinados ou cruzados, inseridos com um ângulo de 45° em relação à cabeça da viga secundária, com uma altura mínima da viga secundária de 18·d, a distância mínima $a_{2,CG}$ pode ser considerada equivalente a 3· d_1



ROTHOBLAAS A ESCOLA PRÁTICA, OS GUIAS ÚTEIS



Quer construir em madeira?

Podemos dar-lhe a formação mais atualizada,
os guias mais inteligentes e os produtos certos.

www.rothoblaas.pt



rothoblaas

Solutions for Building Technology

APLICAÇÕES E CONECTORES

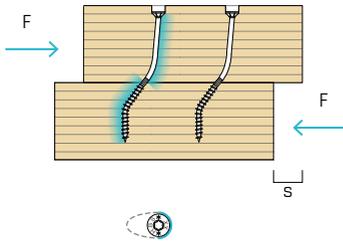
CONECTORES DE ROSCA PARCIAL

RESISTÊNCIA

Concentração das tensões na área localizada em direcção da carga. Resistências ligadas ao esforço de apoio das paredes do furo feito na madeira e à dobradura do parafuso.

PARAFUSOS SOB TENSÃO AO CORTE

RESISTÊNCIA PROPORCIONAL AO DIÂMETRO



RIGIDEZ

- altas deformações
 - baixa rigidez
 - alta ductilidade



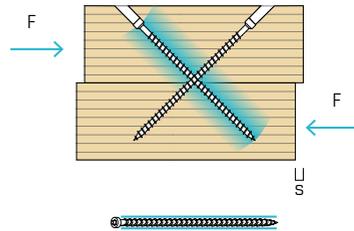
CONECTORES DE ROSCA TOTAL

RESISTÊNCIA

Tensões distribuídas ao longo de toda a superfície roscada. Altas resistências ligadas ao cilindro de madeira visado pelas tensões tangenciais.

CONECTORES SOB TENSÃO AXIAL

RESISTÊNCIA PROPORCIONAL AO COMPRIMENTO ROSCADO



RIGIDEZ

- deslocações limitadas
 - alta rigidez
 - ductilidade reduzida



CONECTORES EM COMPARAÇÃO

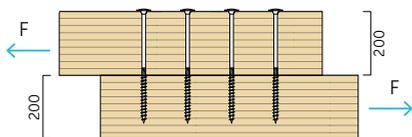
LIGAÇÃO VIGA-VIGA

Ligação de duas vigas de madeira lamelada (GL24h) de altura $H = 200$ mm tensionadas por uma carga paralela à fibra. Dimensionamento de acordo com a EN 1995-1-1:2004/A2:2014.

SOLUÇÃO A

Parafuso de rosca parcial TBS $\varnothing 8 \times 300$ mm

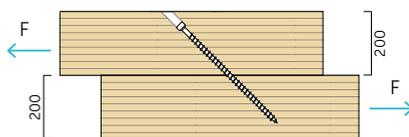
4 conectores



SOLUÇÃO B

Parafuso de rosca total VGZ $\varnothing 9 \times 400$ mm

1 conector



RESISTÊNCIA

$$R_{v,k} = 14,4 \text{ kN}$$

\approx

$$R_{v,k} = 14,9 \text{ kN}$$

São necessários 4 conectores de rosca parcial para igualar a resistência ao deslizamento de 1 parafuso de rosca total inclinado a 45° .

RIGIDEZ

$$K_{ser} = 6,1 \text{ kN/mm}$$

\ll

$$K_{ser} = 29,4 \text{ kN/mm}$$

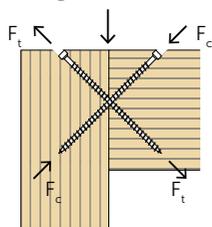
A ligação realizada com conectores de rosca total é muito rígida: sob a mesma tensão, haverá menos deformações do que com conectores de rosca parcial.

LIGAÇÃO COM CONECTORES CRUZADOS

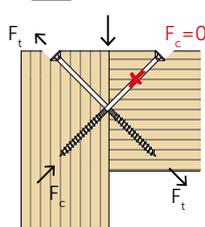
A força de corte vertical F é distribuída sobre os conectores instalados a 45° , tensionando-os axialmente.



✓ ROSCA TOTAL



⚠ ROSCA PARCIAL



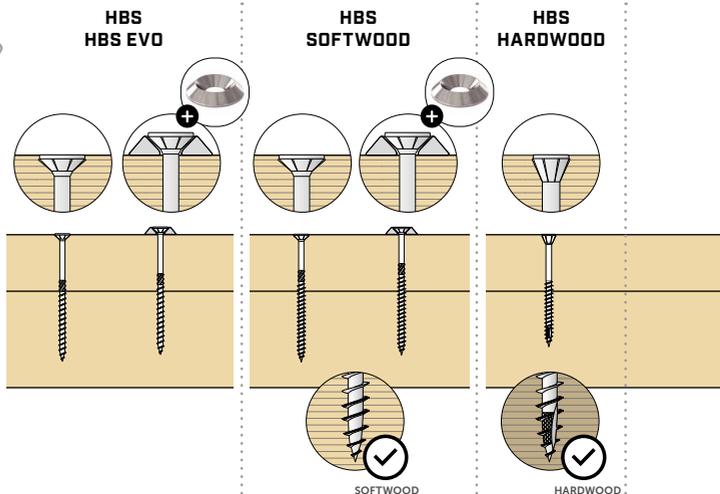
A parte roscada proporciona um excelente desempenho tanto em tração, como em compressão e permite alcançar uma elevada resistência global.

A cabeça do parafuso não resiste à compressão (sai da madeira) e oferece uma resistência à tração limitada (penetração < extração da rosca).

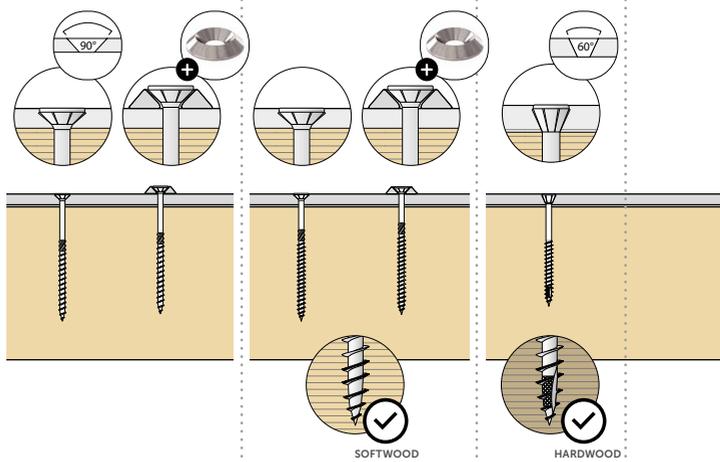
CONECTORES DE ROSCA PARCIAL

Parafusos sob tensão ao corte: resistência proporcional ao diâmetro

LIGAÇÃO MADEIRA-MADEIRA



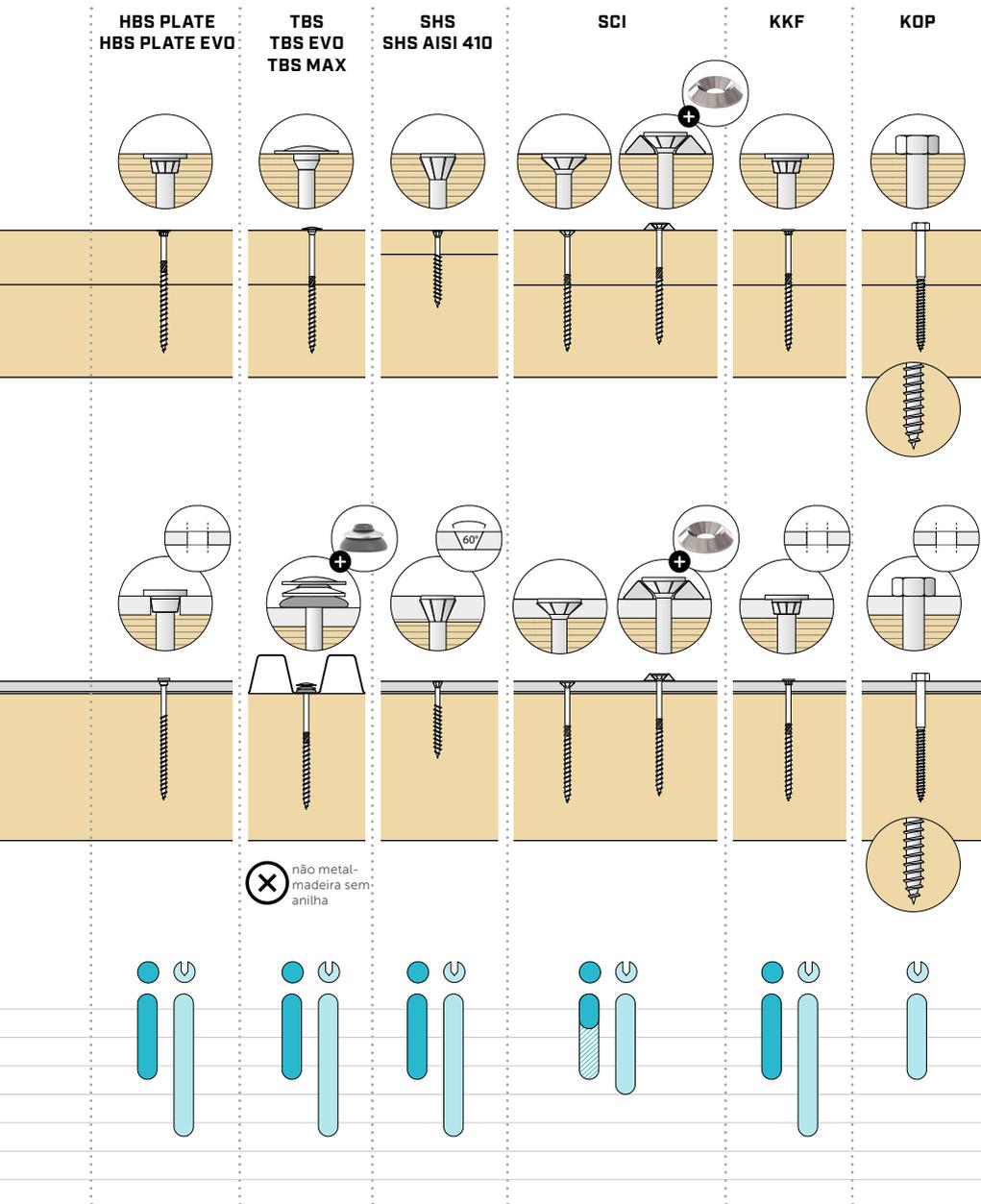
LIGAÇÃO METAL-MADEIRA



LEGENDA:

- inserção sem pré-furo
- ⊕ inserção com pré-furo

- ⊗ aplicação desaconselhada, mas possível se feita com cuidados especiais

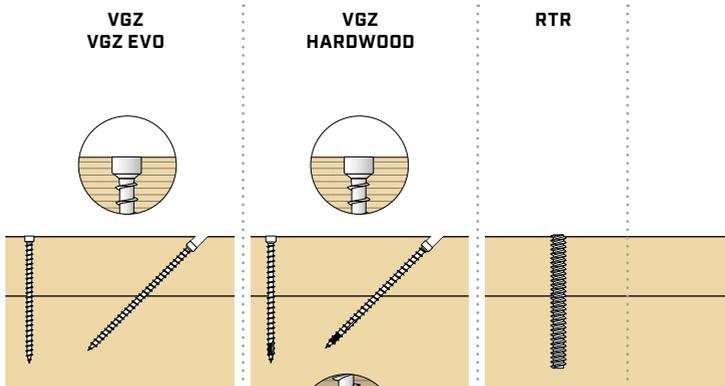


São considerados parafusos estruturais ($\varnothing \geq 6\text{mm}$)

CONECTORES DE ROSCA TOTAL

*Conectores sob
tensão axial: resistência
proporcional
ao comprimento*

LIGAÇÃO MADEIRA-MADEIRA

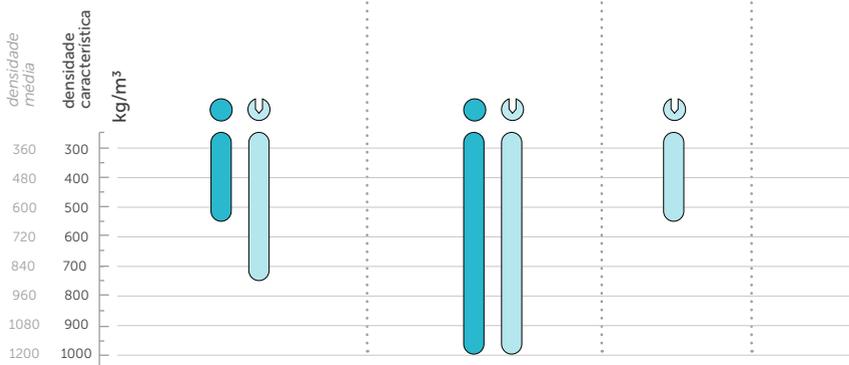
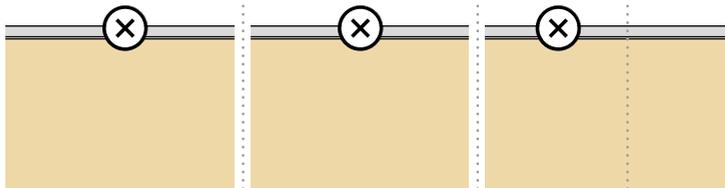


aplicação
metal-madeira
não recomendada

aplicação
metal-madeira
não recomendada

aplicação
metal-madeira
não recomendada

LIGAÇÃO METAL-MADEIRA

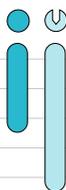
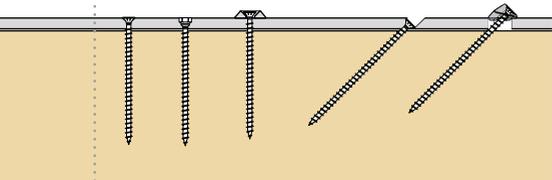
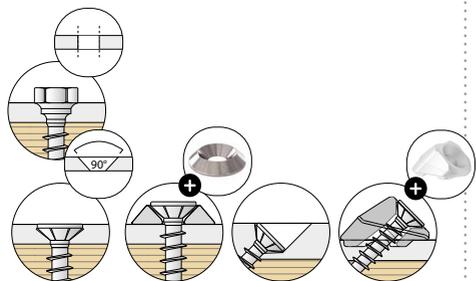
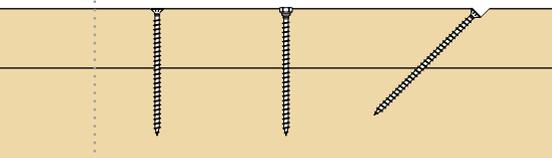
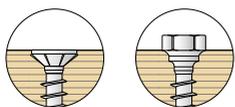


LEGENDA:

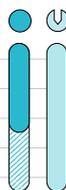
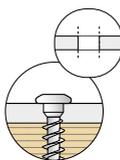
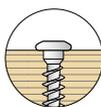
- inserção sem pré-furo
- ⌒ inserção com pré-furo

- ⊗ aplicação desaconselhada, mas possível se feita com cuidados especiais

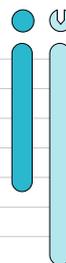
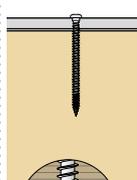
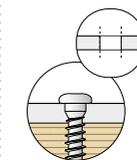
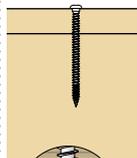
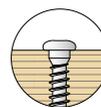
**VGS
VGS EVO**



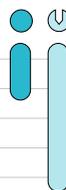
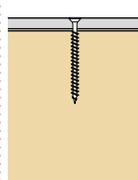
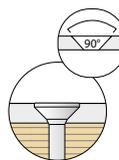
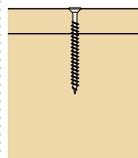
**LBS
LBS EVO**



**LBS
HARDWOOD
LBS
HARDWOOD EVO**



HTS

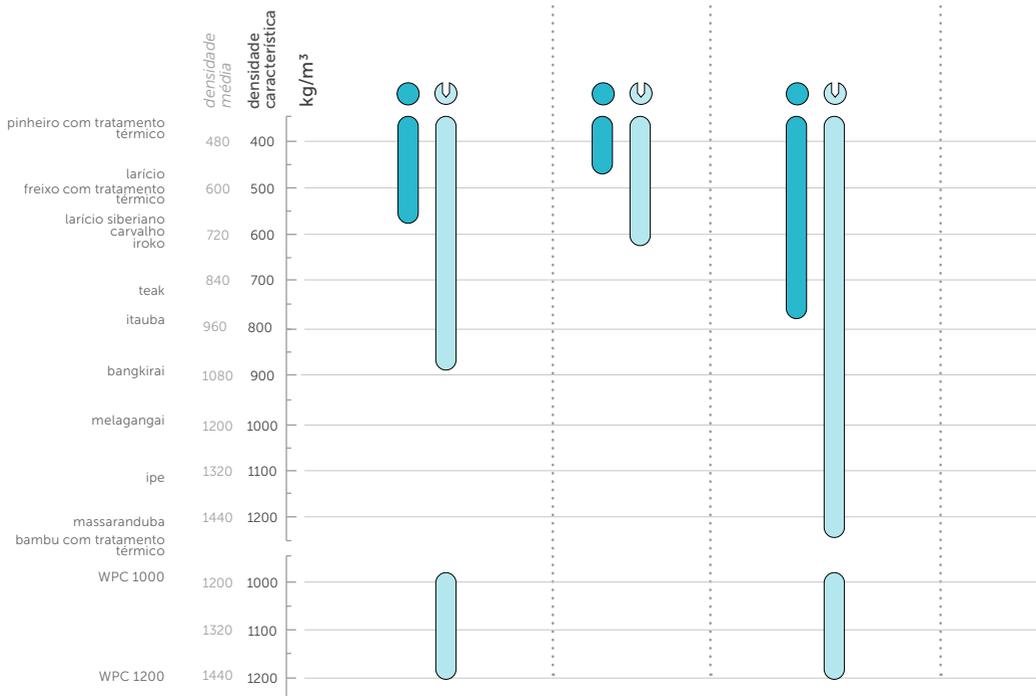
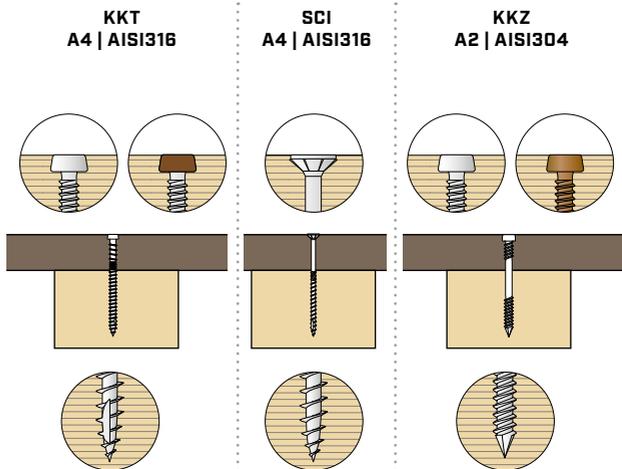


São considerados parafusos estruturais ($\varnothing \geq 5$ mm)

PARAFUSOS PARA EXTERIOR

*Soluções
apropriadas para numerosas
combinações de materiais e
densidades*

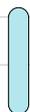
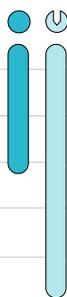
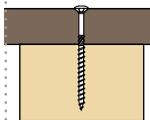
LIGAÇÃO MADEIRA-MADEIRA



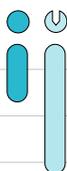
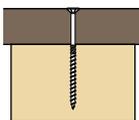
LEGENDA:

- inserção sem pré-furo
- ⓪ inserção com pré-furo

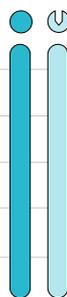
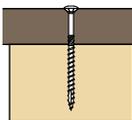
**EWS
A2 | AISI305**



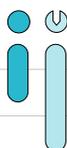
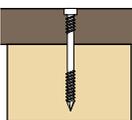
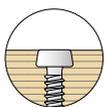
**SCI
A2 | AISI305**



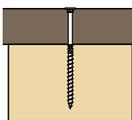
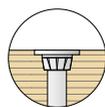
**EWS
AISI410**



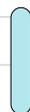
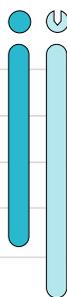
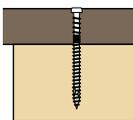
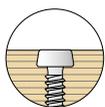
KKZ C5 EVO



**KKF
AISI410**



KKT COLOR



São considerados parafusos para decking ($\varnothing \leq 6\text{mm}$)

CONECTORES PARA LIGAÇÕES HÍBRIDAS

ANILHA E METAL-MADEIRA



HUS **VGU**

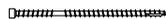


Anilhas certificadas para aplicação com parafuso de embeber.

BETÃO-MADEIRA



CTC



Conector certificado, software de cálculo disponível.

SOFTWOOD-HARDWOOD



HBS HARDWOOD

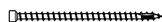


Parafuso certificado para ligações híbridas entre elementos de softwood e BeechLVL.

SOFTWOOD-HARDWOOD

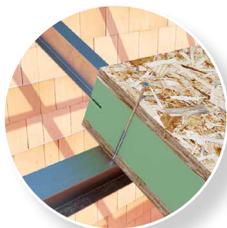


VGZ HARDWOOD



Parafuso certificado para ligações híbridas entre elementos de softwood e BeechLVL.

MADEIRA-METAL



SBS-SPP



Permitem a fixação de elementos de madeira em subestruturas metálicas.

MADEIRA-ISOLANTE-MADEIRA



DGZ



Permite a fixação de isolante rígido e macio.

MADEIRA-METAL-MADEIRA



SBD - SBD EVO



Cavilha auto-perfurante - permite furar chapas até 10 mm de espessura.



SBS-SPP



Ideais para fixação de sistemas de lajes compostas madeira-metal-metal- madeira com chapa nervurada.

MATERIAIS

Há 200 anos, a madeira era o material mais utilizado na construção; mais tarde foi substituída pelo aço e betão. A madeira como "material de construção" tem evoluído nos últimos 100 anos com a introdução de materiais colados (GLT, CLT e LVL).

Podem ser distinguidas duas macrocategorias: madeiras de coníferas (softwood) e madeiras de folhosas (hardwood).

LEGENDA:

 SOFTWOOD
estrutural

 HARDWOOD
estrutural

Solid timber



GLT

Glued Laminated Timber



CLT

Cross Laminated Timber



LVL

Laminated Veneer Lumber



OSB

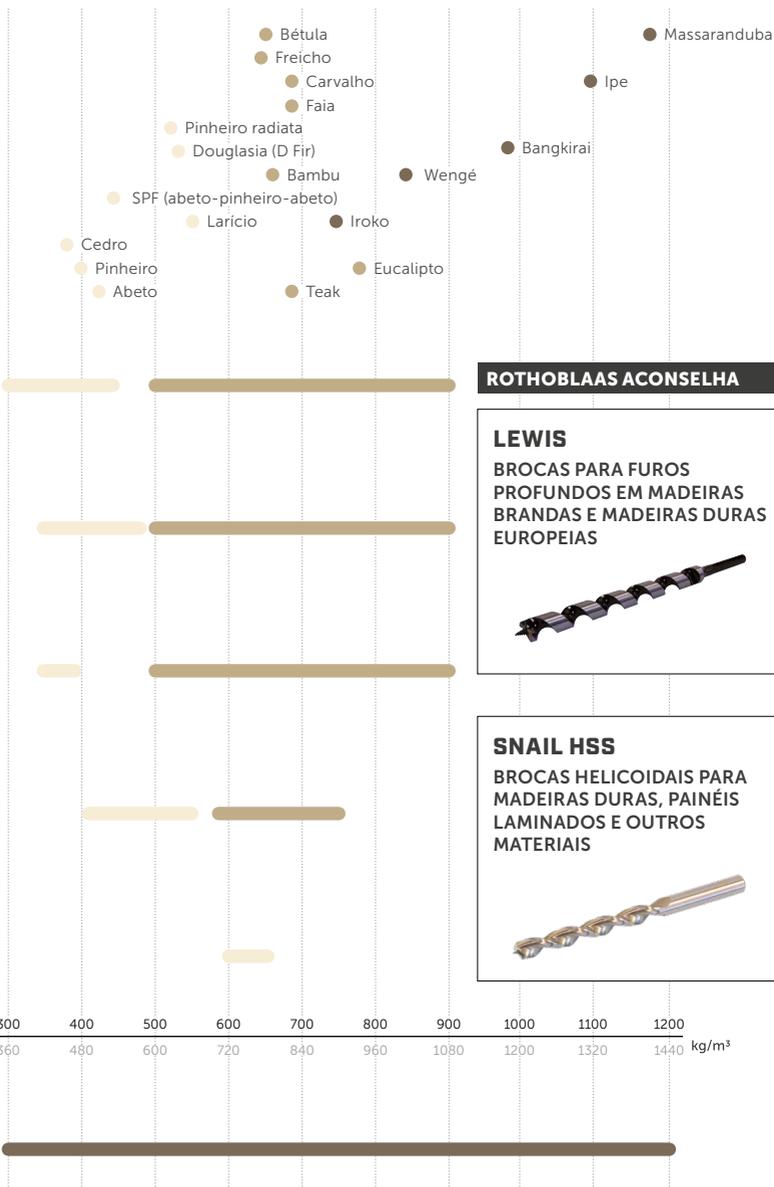
Oriented Strand Board



densidade característica 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200
densidade média 360 480 600 720 840 960 1080 1200 1320 1440 kg/m³

Decking

Decking boards



ROTHOBLAAS ACONSELHA

LEWIS

BROCAS PARA FUROS PROFUNDOS EM MADEIRAS BRANDAS E MADEIRAS DURAS EUROPEIAS



SNAIL HSS

BROCAS HELICOIDAIS PARA MADEIRAS DURAS, PAINÉIS LAMINADOS E OUTROS MATERIAIS



Como instalar
corretamente?





PRÁTICA

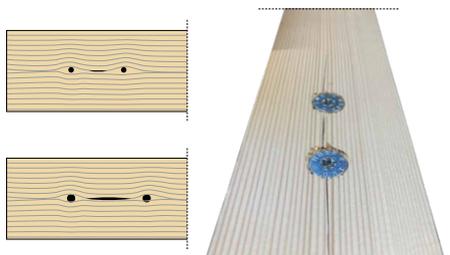
DISTÂNCIAS MÍNIMAS E PRÉ-FURO

DISTÂNCIAS E ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS

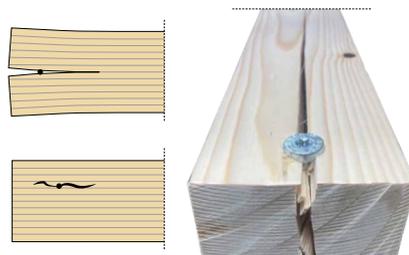
O posicionamento dos parafusos dentro do elemento de madeira deve ter em conta a interação entre os dois elementos.

A utilização de distâncias e espaçamentos mínimos adequados entre os parafusos evita fissuras no elemento de madeira e mecanismos frágeis de rutura da ligação.

espaçamento insuficiente entre os parafusos



distâncias não adequadas de bordas e extremidades



INDICAÇÕES SOBRE DISTÂNCIAS E ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS para parafusos, com e sem pré-furo e em diferentes suportes, disponíveis no catálogo "Parafusos e conectores para madeira" www.rothoblaas.pt



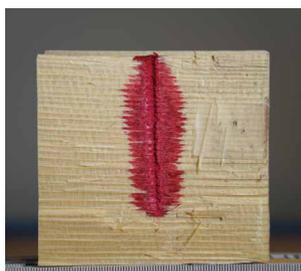
PRÉ-FURO E FURO PILOTO

O **pré-furo** permite inserir o parafuso com menos esforço e minimizar os danos na madeira.

O pré-furo é feito ao longo de todo o comprimento do parafuso.

A inserção com pré-furo permite geralmente a adoção de espaçamentos e distâncias mínimas reduzidas

inserção sem pré-furo



A porção de madeira afetada pela inserção do parafuso é maior se não for feito pré-furo.

inserção com pré-furo



Os parafusos podem ser posicionados a uma distância reduzida porque não são afetados pela interação mútua.

Os **furos piloto** ou os furos guia são utilizados para facilitar a inserção dos parafusos.

Têm um comprimento limitado (geralmente 40-80 mm).

São recomendados na instalação de parafusos longos ou quando é necessário garantir uma inclinação de inserção muito precisa.

DIÂMETRO DO PRÉ-FURO

A **dimensão do pré-furo** depende da geometria do parafuso e do tipo de madeira em que é instalado (para informações mais específicas sobre materiais, ver pág. 55).

$d_{v,rec}$ o diâmetro recomendado do pré-furo

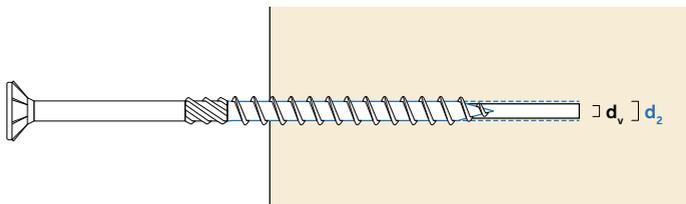
d_v o diâmetro do pré-furo

SOFTWOOD

d_2 o diâmetro do núcleo

d_1 o diâmetro nominal

$$d_v \leq d_2$$



d_1 [mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
------------	---	-----	---	-----	---	-----	-----	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

$d_{v,rec}^{(1)}$ [mm]	2	2	2,5	2,5	3	3,5	3,5	4	4	5	5	6	6	7	8	13	16
------------------------	---	---	-----	-----	---	-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----

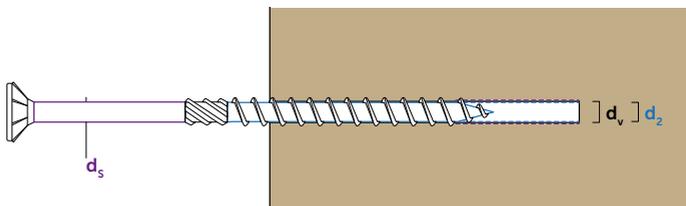
HARDWOOD

d_s o diâmetro da haste

d_1 o diâmetro nominal

d_2 o diâmetro do núcleo

$$d_s \geq d_v \geq d_2$$



d_1 [mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,3	5,6	6	7	8	9	10	11	12	13	16	20
------------	---	-----	---	-----	---	-----	-----	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

$d_{v,rec}^{(1)}$ [mm]	-	-	-	-	3,5	4	4	4	5	6	6	7	7	8	9	-	-
------------------------	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

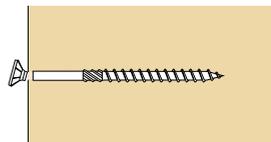
A IMPORTÂNCIA DO PRÉ-FURO CORRETO



$$d_v < d_{v,rec}$$

rutura

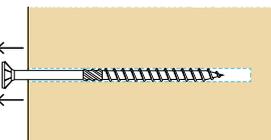
O esforço sobre o parafuso durante a inserção excede a resistência à torção do parafuso.



$$d_v > d_{v,rec}$$

$F_{ax} \ll$

Uma parte da rosca não está em contato com a madeira; a resistência à extração diminui.



⁽¹⁾ ETA-11/0030.

MOMENTO DE INTRODUÇÃO

Para penetrar na madeira, o parafuso deve superar a sua força de resistência.

O esforço durante o aparafusamento (momento de inserção - R_{tor}) está relacionado com a geometria do conector e o material do suporte. Para evitar ruturas, o esforço no parafuso não deve ser igual ou superior à sua resistência intrínseca à torção (f_{tor}). De acordo com a norma⁽¹⁾ deve ser assegurada uma relação de torção mínima de aparafusamento de 1,50 ($f_{tor,k} / R_{tor,mean} \geq 1,5$).

Os gráficos abaixo mostram a evolução do momento de inserção dos parafusos aplicados em diferentes condições, tanto em termos da madeira utilizada, como do tipo de pré-furo.

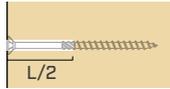
inserção tipo A

SEM pré-furo
(LV = 0 mm)



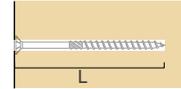
inserção tipo B

COM pré-furo
de comprimento LV = L/2

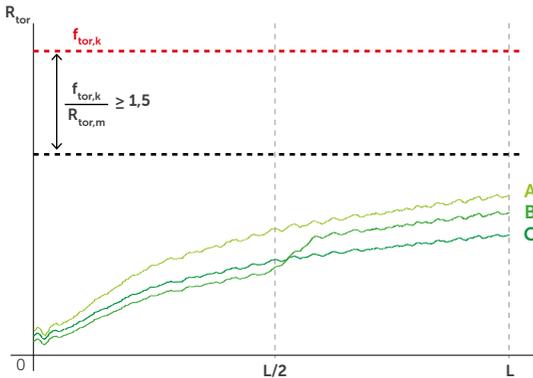


inserção tipo C

COM pré-furo
de comprimento LV = L



SOFTWOOD

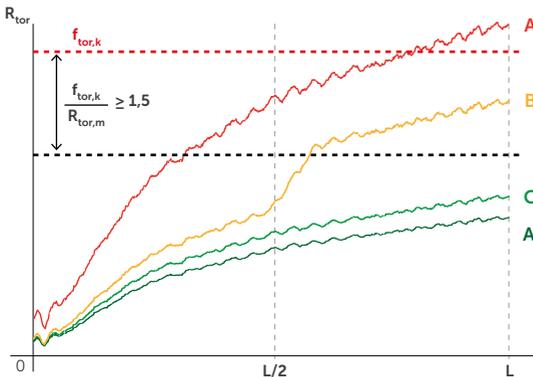


A inserção de conectores em suportes com densidade limitada também pode ser efetuada sem pré-furo.

O esforço no parafuso, de facto, é sempre mantido dentro de limites seguros [A-B-C].

A utilização de um furo piloto facilita a inserção e garante que o parafuso está na direção certa.

HARDWOOD



Os parafusos "standard" requerem pré-furo [C] para poderem ser inseridos em madeiras duras; caso contrário, existe o risco de rutura [A].

Um comprimento limitado do pré-furo [B] permite reduzir o esforço no parafuso, mas não exclui a possibilidade de rutura.

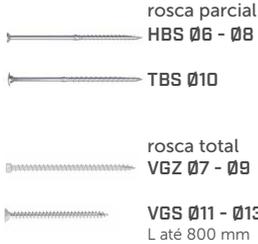
Os parafusos com geometria específica para madeiras duras (parafusos HARDWOOD) podem ser aplicados sem pré-furo [A^H].

⁽¹⁾ EN 14592:2022 | EAD 130118-01-0603

IMPULS e IMPACT : YES or NO?

A Rothoblaas conduziu uma campanha experimental em colaboração com a Universidade de Innsbruck para avaliar a influência da utilização de diferentes aparafusadores nas propriedades mecânicas dos parafusos (por exemplo, resistência à tração) e no momento de inserção.

PARAFUSOS TESTADOS



MATERIAIS



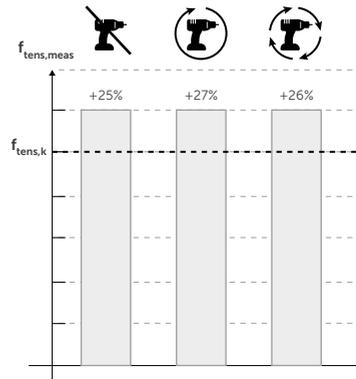
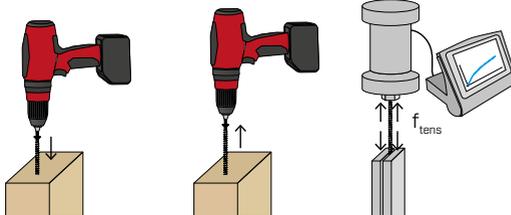
APARAFUSADORES



RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

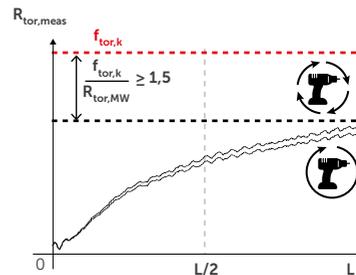
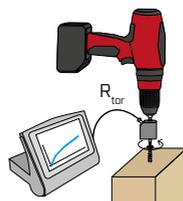
As resistências à tração dos parafusos nunca utilizados (amostras de referência) foram comparadas com as dos parafusos instalados em elementos de madeira (inseridos e depois extraídos com diferentes aparafusadores).

A resistência à tração não está relacionada com o tipo de instalação: como mostra o gráfico ao lado, as divergências, inferiores a 2%, estão presumivelmente relacionadas com a variabilidade intrínseca dos elementos de madeira utilizados e não com o aparafusador utilizado.



MOMENTO DE INTRODUÇÃO

A utilização de um aparafusador por impulsos/de percussão não provoca variações substanciais na resistência à inserção em comparação com a instalação com um aparafusador "standard". A relação característica de torção ($f_{tor,k} / R_{tor,MW}$) está sempre dentro dos limites estabelecidos pela norma.



ACCREDITED TEST REPORT (202011-0088) "Influence on the tension strength of screws type HBS, TBS, VGS and VGZ by the use of different screw-in devices" disponível no sítio www.rothoblaas.pt

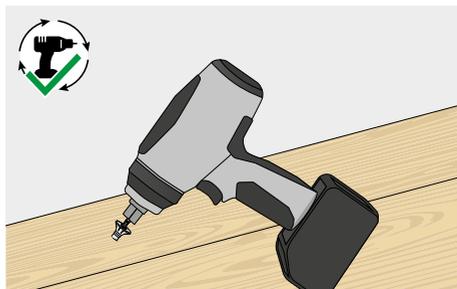
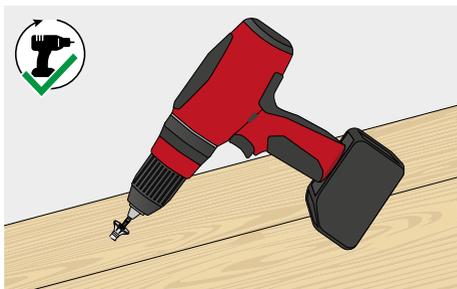


LIGAÇÃO

MADEIRA-MADEIRA



No caso de parafusos utilizados em ligações estruturais madeira-madeira (softwood), também pode ser utilizada um aparafusador por impulsos/de percussão para a instalação.

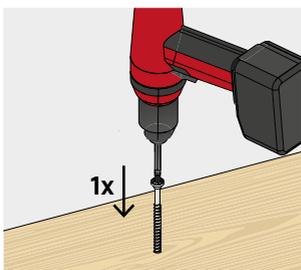


A instalação adequada assegura o desempenho estrutural e a resistência dos parafusos auto-perfurantes parcial ou totalmente roscados nas ligações madeira-madeira e metal-madeira.

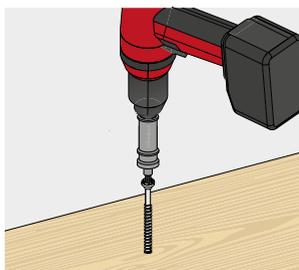


Não martelar os parafusos para inserir a broca na madeira.

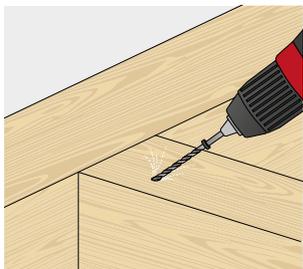
O parafuso não pode ser reutilizado.



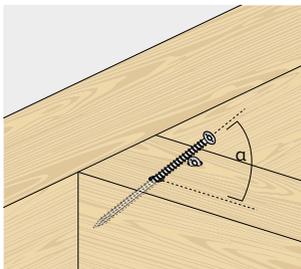
Em geral, recomenda-se a inserção do conector numa única operação, sem efetuar paragens e recomeços que possam criar estados de sobretensão no parafuso.



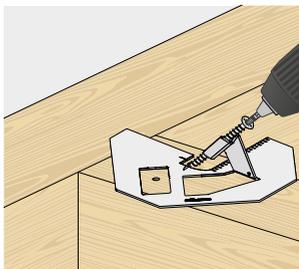
Selecionar a dimensão e o tipo de ponteira apropriados. O suporte para o parafuso CATCH ou CATCHL da Rothoblaas pode ser utilizado para garantir que a ponteira permanece na ranhura da cabeça do parafuso durante a instalação.



É recomendado o furo piloto para assegurar a direção correta da instalação.



Respeitar o ângulo de inserção.

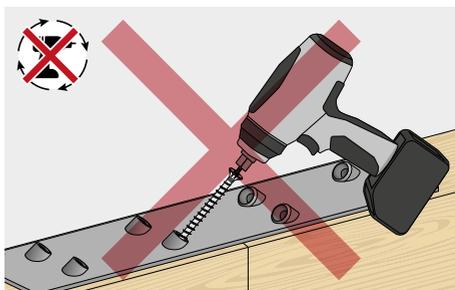
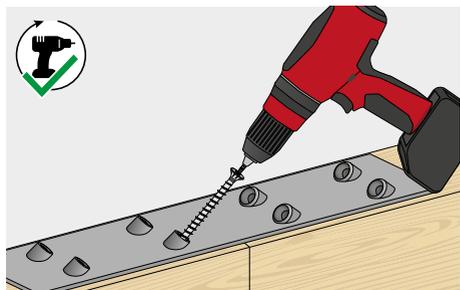


É recomendada a utilização do gabarito de instalação JIG VGZ 45°.

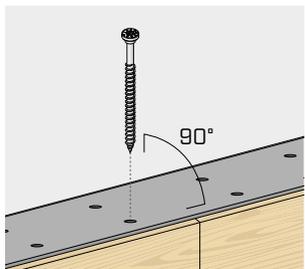
LIGAÇÃO METAL-MADEIRA



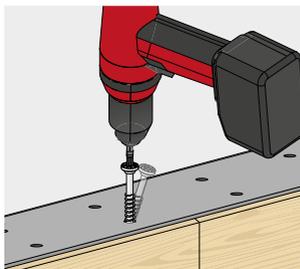
O parafuso não deve ser submetido a tensão extrema e, portanto, não deve entrar em contacto com a chapa de forma violenta. Ocorrem estados de sobretensão que podem levar à rutura mesmo após a instalação.



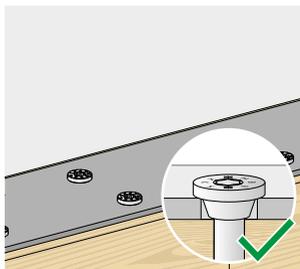
Com o aparafusador por impulsos/de percussão, determinar o ponto de paragem preciso é complexo. O parafuso é tensionado de forma não contínua, razão pela qual não é recomendada a utilização do aparafusador por impulsos/de percussão.



Respeitar o ângulo de inserção.



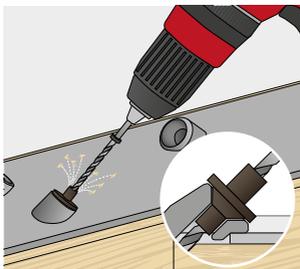
Evitar flexão.



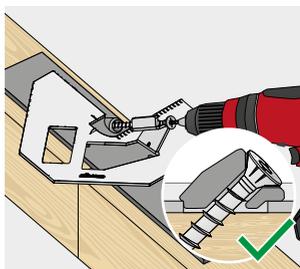
Assegurar o contacto completo entre toda a superfície da cabeça do parafuso e o elemento metálico.



É recomendado o furo piloto para assegurar a direção correta da instalação.



Recomendamos a utilização do gabarito JIG VGU em combinação com a anilha VGU.



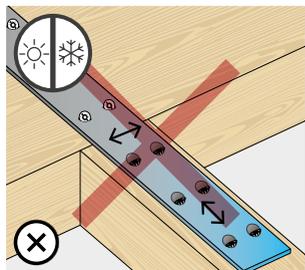
É recomendada a utilização do gabarito de instalação JIG VGZ 45°.

LIGAÇÃO METAL-MADEIRA

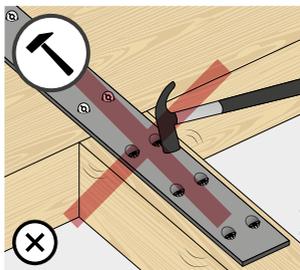


PRESCRIÇÕES DE INSTALAÇÃO

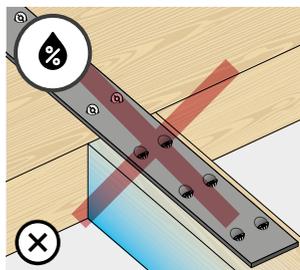
CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO



Evitar alterações dimensionais no metal, por exemplo, devido a grandes amplitudes térmicas.

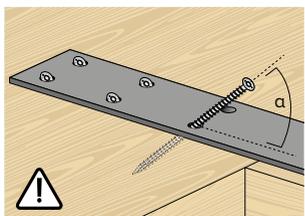


Evitar tensões acidentais em fase de instalação.

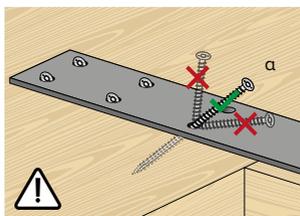


Evitar fenómenos de retração e dilatação dos elementos de madeira devido a variações de humidade.

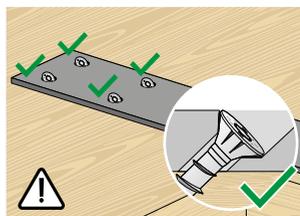
INSERÇÃO



Respeitar o ângulo de inserção.



Evitar flexão.



A montagem deve ser de tal maneira para garantir que as tensões sejam uniformemente distribuídas sobre todos os parafusos instalados.

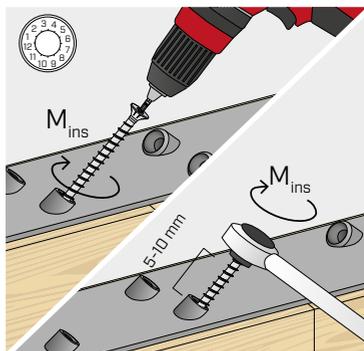
APERTO

Recomenda-se a utilização de aparafusadores "standard" e assegurar um aperto correto utilizando uma chave dinamométrica ou de binário controlado", a fim de evitar tensões pontuais e concentradas.

Valores do binário de aperto recomendados:

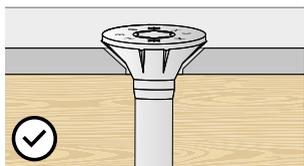
	VGS Ø9	VGS Ø11 L < 400 mm	VGS Ø11 L ≥ 400 mm	VGS Ø13
M_{ins} [Nm]	20	30	40	50

	HBSP Ø8	HBSP Ø10	HBSP Ø12
M_{ins} [Nm]	18	25	40

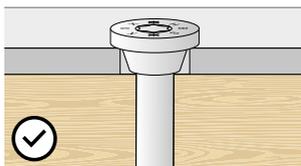


ACABAMENTOS

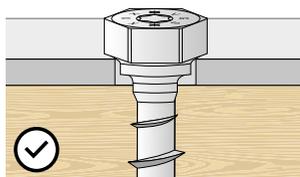
Assegurar o contacto total entre toda a superfície da cabeça do parafuso e o elemento metálico é uma boa regra de construção.



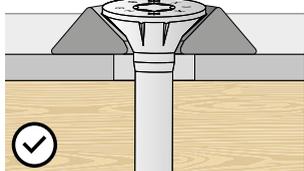
Furo escareado.



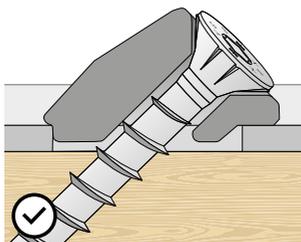
Furo cilíndrico.



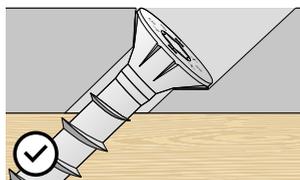
Furo cilíndrico.



Anilha escareada.



Anilha VGU inclinada



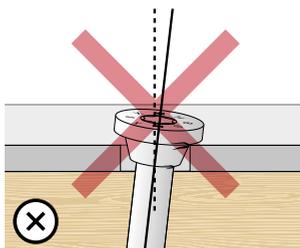
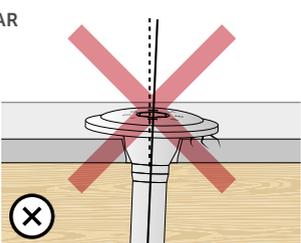
Furo escareado inclinado



ONDE PRESTAR PARTICULAR ATENÇÃO

A cabeça larga é um elemento crítico na aplicação metal-madeira e, portanto, a sua utilização não é recomendada.

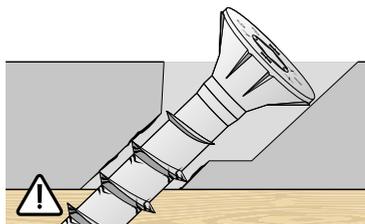
Uma coplanaridade imperfeita entre a sede metálica e a cabeça do parafuso pode levar a concentrações de esforço pontuais resultando em fenómenos de rutura localizados.



FURO NA CHAPA

O diâmetro do furo na chapa deve ser sempre maior que o diâmetro externo do parafuso, para evitar que a rosca seja danificada durante a inserção e que o conector não exerça a resistência prevista.

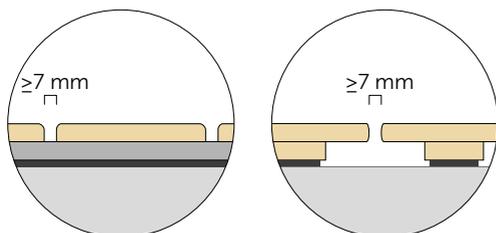
Assegurar que o parafuso não entra em contacto com o elemento metálico durante a inserção.



PRESCRIÇÕES DE CONSTRUÇÃO: DECKING

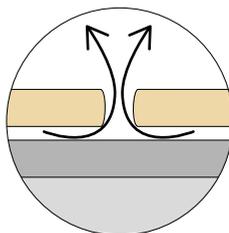
A atenção dispensada às particularidades garante a durabilidade, a estética e a estabilidade da estrutura do revestimento. Também evita problemáticas de marcescência, fissurações e deformações.

DISTÂNCIA ENTRE AS TÁBUAS



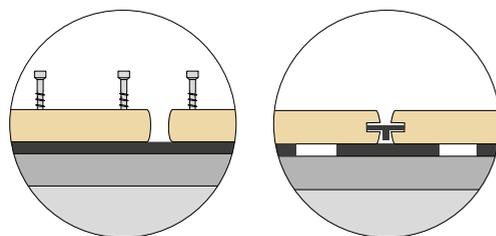
- consentir os movimentos da madeira
- evitar acúmulo de água e marcescência sobre o topo das tábuas
- evitar acumulação de sujidade

VENTILAÇÃO SOB AS TÁBUAS



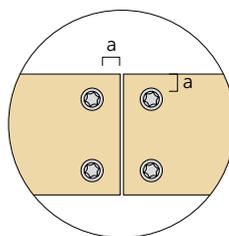
- evitar acumulação de água e humidade
- consentir os movimentos da madeira
- evitar o contacto directo entre os elementos

ESCOLHA DAS FIXAÇÕES



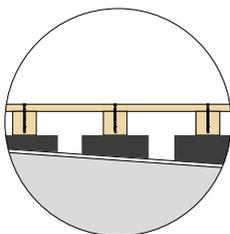
- garantir a estética
- fixação aparente ou oculta

POSICIONAMENTO DAS FIXAÇÕES



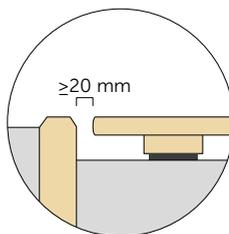
- evitar fissurações das tábuas
- garantir uma vedação estática

RESISTÊNCIA ESTÁTICA DO REVESTIMENTO



- garantir segurança e estabilidade
- prever a devida distância entre os elementos da subestrutura (40÷60 cm)
- certificar-se de que haja um adequado nivelamento da subestrutura
- adoptar o mesmo material para o revestimento e a subestrutura

DISTÂNCIA LATERAL



- consentir os movimentos da madeira
- evitar estagnação de água
- evitar aumento localizado de humidade na madeira
- evitar acumulação de sujidade

*Terraços:
escolher o parafuso
certo e instruções
de montagem*

A seleção correta da espécie lenhosa e a qualidade da tábua com base nas exigências projetuais, evita retrações, dilatações ou deformações diferenciais entre os elementos e empenamento. Tais fenômenos podem comprometer a correcta funcionalidade do sistema de fixação.

NA CONSTRUÇÃO



3 ANOS DEPOIS



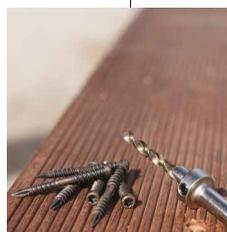
ROTHOBLAAS ACONSELHA



DRILL STOP
CONJUNTO DE BROCAS PARA
BERBEQUIM E ESCAREADOR
COM REGULADOR
DE PROFUNDIDADE GIRA-
TÓRIO



BROAD
PONTA COM ESCAREADOR
PARA KKT, KKZ, KKA



CRAB MAXI
GRAMPO PARA DECKS

- ▶ Pega rotativa para regulações precisas
- ▶ Para esticar 5 a 7 tábuas de uma só vez
- ▶ Abertura de 200 a 770 mm



STAR
ESTRELA DISTANCIADORA

- ▶ as 5 medidas mais comuns numa única ferramenta
- ▶ Criar fugas de dimensão uniforme
- ▶ Espessuras de 4 a 8 mm



OUTDOOR, tudo o que precisa para projetar e construir ambientes exteriores. Descubra o guia outdoor no nosso sítio web ou solicite o catálogo ao seu agente de confiança. www.rothoblaas.pt



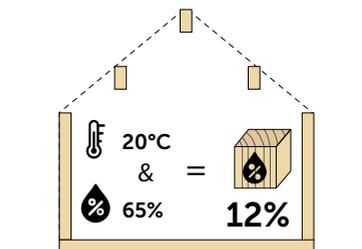
PRESCRIÇÕES DE CONSTRUÇÃO: ESTALEIRO

*Estaleiro:
melhores práticas
para a prevenção da
humidade*

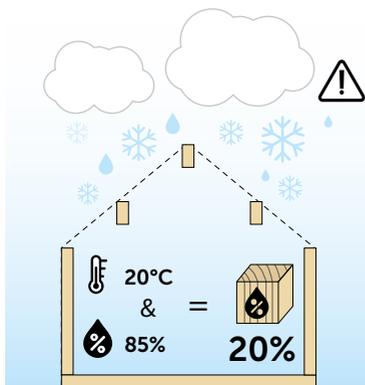
Durante o transporte, armazenamento e montagem, os elementos de madeira devem ser protegidos para minimizar as suas variações de humidade residual.

FASE DE ESTALEIRO: construção em curso

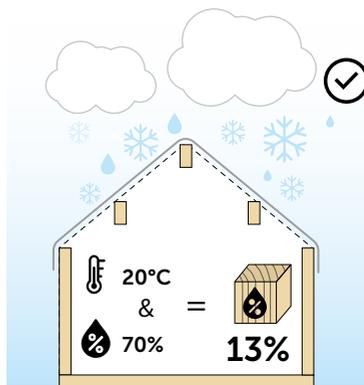
Na fase de instalação, os elementos de madeira apresentam teores de humidade compatíveis com os da fábrica em que foram produzidos.



FASE INTERMÉDIA: a construção é exposta às intempéries



sem os produtos certos



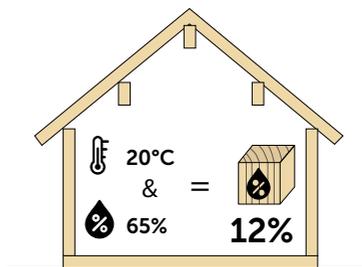
com os produtos certos

Se não for devidamente protegida, em caso de chuva, o aumento da humidade do ar leva a um aumento considerável da humidade residual nos elementos de madeira.

OBRA ACABADA: construção concluída

Os elementos estão em equilíbrio com as condições ambientais finais.

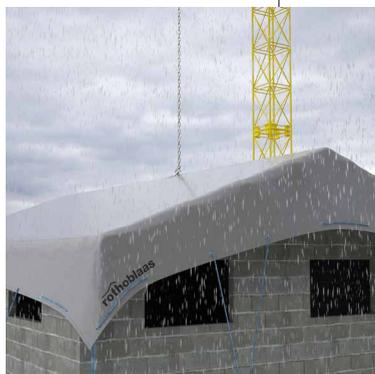
Proteger a estrutura das intempéries e assegurar a proteção, especialmente das juntas, durante a fase de construção, assegura que a resistência da obra não seja comprometida.



CAP TOP
TOLDO DE COBERTURA



- ▶ Cada medida é equipada de um gancho de elevação reforçado para uma instalação mais simples.
- ▶ Graças aos olhais metálicos que fixam cada metro, o toldo pode ser facilmente fixado à cobertura.
- ▶ A elevada gramagem e o tipo de material garantem uma elevada resistência mecânica e durabilidade no tempo.
- ▶ Fixando o toldo à cobertura, é importante que todos os olhais estejam sempre ancorados de modo a que a carga do vento seja distribuída sobre o maior número de olhais possível.



TRASPIR ADHESIVE 260
MEMBRANA ALTAMENTE
TRANSPIRANTE AUTOADESIVA



- ▶ **AUTOADESIVA**
Graças ao colante de nova geração, a membrana assegura uma boa aderência mesmo em OSB rugoso.
- ▶ **SELAGEM SEGURA**
A superfície adesiva evita a formação de fluxos de ar atrás da membrana em caso de rutura accidental ou falta de selagem.
- ▶ **TRANSPIRANTE**
Graças ao adesivo patenteado, a membrana permanece perfeitamente transpirante, mesmo que totalmente adesiva.



BYTUM SLATE 3500
MEMBRANA BETUMINOSA
AUTOADESIVA COM ARDÓSIA



- ▶ **COLOCAÇÃO FÁCIL**
O acabamento em ardósia torna o BYTUM SLATE 3500 utilizável em inclinações até 5° como sub-telha e compatível com argamassa e espuma.
- ▶ **AMPLA GAMA**
Disponível em 4 cores, para satisfazer diferentes campos de aplicação e necessidades estéticas.
- ▶ **FLEXIBILIDADE**
Flexibilidade e manufacturabilidade garantidas, mesmo a baixas temperaturas, graças ao composto betuminoso modificado com polímeros.



APARAFUSADORES

Qual é o
aparafusador certo para
os meus parafusos?

A escolha do aparafusador depende do tipo e tamanho do parafuso, da aplicação e do tipo de material do suporte.

PARAFUSOS PEQUENOS | Ø3,5-Ø10



- Utilização universal para múltiplas aplicações
- Ideal para utilização em estaleiros graças ao sistema de bateria
- Função de percussão comutável e regulação do nível da força de torção máxima para um trabalho preciso

ROTHOBLAAS ACONSELHA

ASB 18

APARAFUSADOR COM BATERIA DE 2 VELOCIDADES



PARAFUSOS GRANDES | Ø8-Ø12



- Berbequim-aparafusador potente para parafusos estruturais
- Na primeira velocidade, permite a inserção de conectores, mesmo longos
- Na segunda velocidade (alta velocidade) permite a perfuração de elementos em madeira e aço

ROTHOBLAAS ACONSELHA

B 13 B

BERBEQUIM APARAFUSADOR DE 2 VELOCIDADES



CONECTORES | Ø11-Ø20



- Motor potente e robusto de 2000W com rotação direita/esquerda para uma potência de binário muito elevada na 1.ª velocidade (> 250 Nm)
- Com a utilização de adaptadores adequados, permite a instalação de barras rosçadas ou parafusos muito compridos na madeira

ROTHOBLAAS ACONSELHA

D 38 RLE

BERBEQUIM APARAFUSADOR DE 4 VELOCIDADES



MÁQUINAS E FERRAMENTAS, tudo o que precisa para trabalhar da melhor forma no estaleiro. Descubra-as no nosso sítio web ou peça o catálogo ao seu agente de confiança. www.rothoblaas.pt



A Rotho Blaas Srl não garante a conformidade legal e/ou com a concepção dos dados e cálculos, disponibilizando ferramentas indicativas como o serviço técnico-comercial no âmbito da atividade comercial.

A Rotho Blaas Srl segue uma política de desenvolvimento contínuo dos seus produtos, reservando-se assim o direito de modificar as suas características, especificações técnicas e outra documentação sem aviso prévio.

É dever do utilizador ou do projetista responsável verificar em cada utilização a conformidade dos dados com as normas em vigor e com o projeto. A responsabilidade final pela escolha do produto adequado para uma aplicação específica cabe ao utilizador/projetista.

Os valores resultantes de "investigações experimentais" baseiam-se nos resultados reais dos testes e são válidos apenas para as condições de teste indicadas.

A Rotho Blaas Srl não garante e, em nenhum caso, pode ser responsabilizada por danos, perdas e custos ou outras consequências, a qualquer título (garantia contra defeitos, por mau funcionamento, responsabilidade do produto ou legal, etc.) decorrentes da utilização ou impossibilidade de utilização dos produtos para qualquer finalidade e utilização indevida do produto;

A Rotho Blaas Srl isenta-se de qualquer responsabilidade por eventuais erros de impressão e/ou digitação. Em caso de divergências de conteúdos entre as versões do catálogo nas diferentes línguas, o texto italiano é vinculativo e prevalece sobre as traduções.

As ilustrações são parcialmente completadas com acessórios não incluídos. As imagens são meramente ilustrativas. As quantidades dentro das embalagens podem variar.

O presente catálogo é propriedade privada da Rotho Blaas Srl e não pode ser copiado, reproduzido ou publicado, nem sequer em parte, sem o prévio consentimento por escrito. Toda e qualquer violação será perseguida por lei.

As condições gerais de compra da Rotho Blaas Srl podem ser consultadas no website www.rothoblaas.pt.

Todos os direitos reservados.

Copyright © 2023 by Rotho Blaas Srl

Todos os render © Rotho Blaas Srl

Rotho Blaas Srl

Via dell'Adige N.2/1 | 39040, Cortaccia (BZ) | Italia
Tel: +39 0471 81 84 00 | Fax: +39 0471 81 84 84
info@rothoblaas.com | www.rothoblaas.com

