

## KÄHR'S PAVIMENTOS FLUTUANTES COM MADEIRA REQUISITOS DA SUB-BASE E AQUECIMENTO RADIANTE

### REQUISITOS GERAIS PARA A SUB-BASE

**Um pavimento de madeira só pode ser tão bom quanto a sub-base onde for instalado permitir.**

O substrato deve responder a um determinado número de critérios, para permitir que diferentes tipos de pavimento com madeira possam ter um desempenho ótimo durante muitos anos.

*Os critérios são os seguintes:*

Aquando da instalação, os materiais, a sub-base e o local deverão estar a uma temperatura de pelo menos 18°C.

A humidade relativa no espaço deverá ser inferior a 60%.

- A sub-base deverá encontra-se limpa, sólida e seca, e possuir a proteção necessária contra a humidade.
- A sub-base deverá estar adequadamente nivelada.
- A tela a aplicar sobre a sub-base deverá ter a força de compressão necessária e apropriada.
- As lâminas da tela deverão cumprir com a tolerância da espessura necessária.
- As sub-bases macias ou flexíveis deverão ser regularizadas. Por exemplo, as alcatifas deverão ser removidas.

### Humidade e Temperatura

A humidade relativa do ar deverá situar-se entre os 30% e os 60%. Se a humidade relativa for superior a 60%, deverá ser usado um desumidificador para equilibrar o nível de humidade no local. Se for inferior a 30%, existe o risco de formação de concavidades.

A temperatura mínima deverá ser de 18°C.

Para os pavimentos flutuantes com madeira é importante que os níveis de humidade relativa do ar sejam mantidos dentro dos limites especificados. Poderão ocorrer danos permanentes no pavimento se a humidade relativa for demasiado elevada.

Um pavimento flutuante com madeira deve ser sempre protegido contra a humidade da sub-base (manga plástica). Para proteção contra a humidade (barreira de vapor), é recomendada a utilização de uma lâmina de PE de 0,2 mm, resistente ao envelhecimento. Esta lâmina deve ser colocada com uma sobreposição de pelo menos 200 mm. É igualmente recomendada a utilização da tela Kährs Tuplex como barreira de vapor.

A tela deverá estar limpa e isenta de resíduos orgânicos, tais como partículas de madeira, restos de papel, etc., antes da instalação da barreira de vapor. Os resíduos orgânicos poderão causar o aparecimento de bolor, quando a humidade relativa por baixo da tela aumentar.

O valor da humidade relativa de 60% encontra-se definido em regulamentações e normas internacionais aplicáveis aos trabalhos de construção. Trata-se do limite máximo estabelecido para estruturas de pavimento suspensas (por exemplo, betão), antes de ser necessária uma proteção contra a humidade, sob a forma de barreira de vapor.

Há que ter em consideração que as betonilhas recentemente construídas nunca se encontram suficientemente secas na altura de instalação do pavimento, e por essa razão é sempre necessária uma barreira de vapor. **Além da barreira de vapor, é necessário garantir uma humidade na betonilha inferior a 2%.** Alguns meses depois da construção da estrutura, a humidade relativa é normalmente inferior a 95%, não sendo necessária a medição da humidade.

**É obrigatória a colocação de barreira de vapor em certos tipos de pavimentos estruturais, quer sejam recentes ou não.**

### Quando instalar um pavimento flutuante com madeira em:

- sub-bases suportadas no solo
- pavimentos estruturais sobre áreas quentes ou húmidas (espaços com caldeiras ou lavandarias, por exemplo)
- sobre fundações que tenham um espaço aberto por baixo (para acesso técnico)
- pavimentos aquecidos (aquecimento radiante)
- estruturas de pavimento em betão leve

A sub-base DEVE INCLUIR SEMPRE uma barreira de vapor.

As estruturas de pavimento em betão leve devem incluir uma barreira de vapor, devido aos longos tempos de secagem.

Se a humidade relativa no substrato for superior a 95%, a lâmina plástica da barreira de vapor não irá conferir proteção suficiente.

## Curvatura

Para que um pavimento flutuante de madeira tenha um desempenho satisfatório, a sub-base deverá ter uma superfície suficientemente lisa. A tolerância é de  $\pm 3$  mm sobre um comprimento medido de 2 metros, e  $\pm 1,2$  mm sobre um comprimento medido de 0,25 metros. A Kährs aprova igualmente uma tolerância de  $\pm 2$  mm sobre um comprimento medido de 1 metro.

## Equipamento

Deverá ser utilizada uma régua. Devem ser usados dois comprimentos, com cavilhas a 0,25 metros e 2 metros ao centro, respetivamente. A área de contacto entre as cavilhas e o substrato deverá ser de 100 mm<sup>2</sup>. A Kährs aprova igualmente a utilização de uma régua de 1 metro para verificação de medidas. Deverá também ser usado um medidor de cunha. Em alternativa ao uso de régua, poderá optar-se por um nivelamento de precisão.

## Procedimento

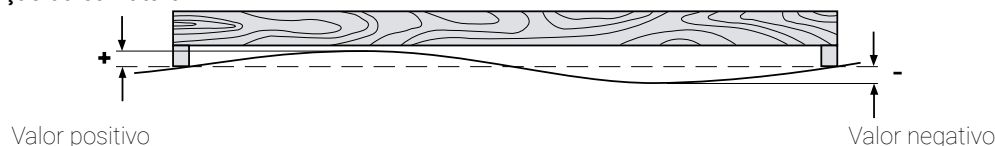
Ao efetuar a medição, a régua deverá ser colocada na posição mais adversa da superfície.

- As cavilhas não podem estar colocadas em juntas na alvenaria.
  - As irregularidades nas juntas de construção em lajes de cimento ou betão também devem ser consideradas nos requisitos de medição.
  - Os requisitos de tolerância são definidos como valores absolutos e devem por isso ser cumpridos em cada ponto de medição.
- As medidas feitas desta forma resultam à primeira, ou erram.

- A linha imaginária entre as superfícies de contacto das cavilhas com o substrato é usada como valor de referência. Todos os pontos de medição ao longo da linha devem cumprir os requisitos estipulados onde quer que a régua seja colocada.

Mesmo que os requisitos de curvatura estejam a ser cumpridos, o pavimento de madeira não fica necessariamente sempre em contacto com o substrato. Contudo, a flexão que possa ocorrer não causa danos na peça.

### Exemplo de medição da curvatura



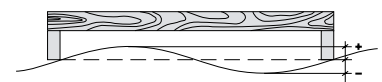
#### Exemplo A

Situação: Medida do comprimento = 2 metros. Altura da cavilha = 10 mm.

Utensílio: Medidor de cunha.

Se a medição feita pelo medidor de cunha for de 7 mm, o valor positivo é (+)  $10-7 = 3$  mm.

Portanto, o resultado está correto.



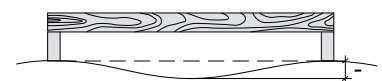
#### Exemplo B

Situação: A mesma do exemplo A.

Se a régua for movida para a direita, as cavilhas irão tocar nas áreas elevadas.

O valor negativo é (-)  $16-10 = 6$  mm. Trata-se de um erro, uma vez que todos os pontos de medição devem cumprir os requisitos de tolerância especificados.

Nenhum valor, positivo (+) ou negativo (-), deve ser superior a 3 mm.



#### Exemplo C

Situação: A mesma do exemplo A.

Se a régua for movida para a esquerda, o valor positivo será (+)  $16-10 = 6$  mm, o que também está errado.



## REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA PAVIMENTOS COLADOS À SUB-BASE

### Geral

Se o pavimento se destina a ser colado à sub-base, a superfície deverá ser suficientemente forte para resistir a um teste de abrasão sem lascas a betonilha. O mesmo aplica-se a superfícies que tenham sido tratadas com um composto de regularização/nivelamento. Se a superfície estiver fraca deve ser consolidada, caso contrário a cola não irá aderir adequadamente.

Se o material da sub-base não permitir a colagem direta do pavimento, ou se for necessário colocar uma barreira de vapor, deverá colocar-se um painel por baixo do pavimento de madeira. Embora a utilização deste painel não seja um requisito obrigatório, pode ser aconselhável colocá-lo, formando assim a superfície onde o pavimento será colado. O pavimento pode depois ser facilmente retirado peça a peça, caso seja necessário efetuar uma substituição.

### Os materiais adequados para esta finalidade são:

- Aglomerado de boa qualidade, com uma espessura de 19 mm. Poderá ser admissível uma espessura mínima de 16 mm, desde que a sub-base se encontre perfeitamente nivelada.
- Contraplacado (preferencialmente em pinho) de qualidade B, com um mínimo de 12 mm de espessura, assente ou aparafusado ao substrato em espaçamentos de 400 mm.

Devem ser sempre seguidas as instruções de instalação recomendadas pelo fabricante do painel.

Devem ser igualmente considerados os requisitos de preparação da sub-base indicados pelo fabricante da cola.

A superfície deverá encontrar-se limpa e sem pó, gordura e sujidade. Deverão ser retirados quaisquer resíduos de colas antigas existentes na sub-base (seguir as instruções do fabricante da cola). Se o painel incluir algum componente anti-humidade, a aderência poderá ficar comprometida. Para assegurar uma boa colagem, o painel deverá ser afagado.

Se a sub-base necessitar de uma junta de expansão, o mesmo irá aplicar-se ao pavimento. De contrário, poderão ser instaladas áreas contínuas de grande dimensão, sem juntas. Os pavimentos assentes com padrões necessitam normalmente de ser colados, para que possam ter uma boa performance. Sempre que o pavimento for colado, as juntas finais deverão ser alternadas, contribuindo para estabilizar o pavimento e evitar a quebra do adesivo quando a cola secar.

### Adesivo utilizado para a colagem

Os pavimentos com acabamento de superfície destinados a serem colados à betonilha, quando esta não exceda 65% de humidade relativa, devem ser colados usando uma cola bicomponente.

As irregularidades da sub-base nunca devem ser niveladas com cola, pois tal irá resultar numa colagem irregular e inadequada. Deverá ser utilizada uma espátula adequada para espalhar a quantidade apropriada de cola. Devem ser sempre seguidas as instruções de aplicação do fabricante da cola.



Os pavimentos Kährs com juntas Woodloc® podem ser colados à sub-base. O acessório de instalação recomendado para estes pavimentos foi concebido para poder ser utilizado mesmo quando o pavimento se destina a colar.

Para colagem em betonilhas ou estruturas em que a humidade relativa seja superior a 65%, deverão ler-se as instruções anteriormente referidas, assegurando que são seguidas as recomendações do fabricante da cola.

As colas bicomponentes não conferem o mesmo tipo de proteção contra a humidade que uma barreira de vapor.

Num pavimento de madeira com acabamento de superfície colado com cola bicomponente, se for necessário efetuar um novo envernizamento, não é possível garantir que a nova camada de verniz irá aderir corretamente ao acabamento anteriormente aplicado em fábrica.

## PAVIMENTOS DE MADEIRA E AQUECIMENTO RADIANTE

### Geral

Atualmente, os pavimentos em madeira são combinados muitas vezes com aquecimento radiante, e resultam bem em conjunto.

O sistema de aquecimento utilizado - à base de água - não interfere com o pavimento de madeira. O sistema de aquecimento não deve exceder 80 W/m<sup>2</sup>, distribuídos uniformemente. A temperatura na superfície do pavimento **nunca poderá exceder os 27°C**. Esta condição aplica-se mesmo na proximidade ou por cima de tubos, ligações, por baixo de tapetes e móveis, etc.



Numa habitação com isolamento normal, com um sistema de aquecimento radiante a funcionar devidamente, a temperatura da superfície do pavimento é geralmente 2°C acima da temperatura ambiente. Num sistema de aquecimento radiante com água quente, a temperatura do fluxo é normalmente 7-12°C superior à temperatura da superfície do pavimento.

As instruções de instalação para cada tipo de pavimento aplicam-se igualmente para a instalação sobre aquecimento radiante. Este capítulo aborda questões que dizem respeito em particular aos pavimentos de madeira instalados com sistemas de aquecimento radiante. **É da responsabilidade do fornecedor do sistema de aquecimento radiante indicar que o mesmo é recomendado para utilização em pavimentos de madeira.**

### Requisitos específicos para pavimentos de madeira instalados com sistemas de aquecimento radiante

- A construção do pavimento deverá estar feita por forma a que exista uma camada de distribuição do calor, para que a temperatura seja distribuída uniformemente em toda a área do pavimento, evitando temperaturas excessivas junto à fonte de calor.
- Toda a área do espaço/local deverá ser aquecida. Contudo, tal não se aplica a sistemas de aquecimento de conforto, que complementam o aquecimento normal. Neste caso, a temperatura será significativamente mais baixa que os 27°C permitidos na superfície do pavimento.
- O revestimento do pavimento (incluindo a camada intermédia) deverá possuir uma baixa condutividade térmica.
- Deverá ser possível limitar e controlar a temperatura da superfície de forma muito precisa.
- A temperatura do pavimento instalado **nunca poderá exceder os 27°C**. Tal aplica-se igualmente por baixo dos tapetes e móveis. Se o espaço não possui demasiados revestimentos têxteis ou tapetes particularmente espessos, é razoável atingir 23°C em áreas desobstruídas do pavimento, conferindo ao local uma temperatura ambiente de aproximadamente 21°C. A condição, naturalmente, é que o espaço possua os requisitos de aquecimento habituais, isto é, que tenha padrões normais de circulação de ar, isolamento, dimensões de janelas, altura dos tetos, etc. Os requisitos para a temperatura máxima de 27°C aplicam-se igualmente às tubagens (simples ou agrupadas).
- Deverá ser incorporada uma barreira de vapor na construção do pavimento. Esta deverá ficar tão próxima do pavimento quanto possível. É especialmente importante que a barreira de vapor fique próxima do pavimento nos casos em que o pavimento estrutural seja espesso ou pesado. **Em nenhuma circunstância a barreira de vapor deve ficar no lado oposto ao pavimento estrutural.**
- O pavimento de madeira deverá ser firmemente assente sobre a sub-base, sem fendas de ar ou folgas que possam causar uma secagem substancial da madeira.
- Os pavimentos da gama Kährs Activity Floor podem ser instalados sobre aquecimento radiante, porque não existem trocas de ar que conduzam à secagem da madeira.
- Uma vez asseguradas as condições acima referidas, é possível utilizar os pavimentos flutuantes com madeira Kährs em conjunto com sistemas de aquecimento radiante à base de água.
- Em aquecimento radiante com utilização de água quente a espessura da betonilha que é aplicada sobre as tubagens de aquecimento deve ter no mínimo 30 cm.
- O sistema de aquecimento deve ser desligado 2 dias antes da instalação do pavimento de madeira.

**Nota:** os tapetes muito espessos ou revestimentos similares podem conduzir a temperaturas demasiado elevadas no pavimento de madeira, originando danos potencialmente perigosos.

## Seleção do pavimento de madeira

Todos os pavimentos flutuantes com madeira Kährs possuem juntas Woodloc®, o que diminui o risco de ocorrência de folgas.

Os pavimentos multi-camadas com **Maple Canadiano (Hard Maple)** ou **Faia** expandem e contraem mais que os pavimentos de outras espécies.

O aquecimento radiante aumenta a secagem, o que provoca uma contração adicional.

Em climas frios e secos poderão surgir fendas entre as lamelas e entre as régua.

## Condutividade térmica W/(m\*K)

Produto	Sem camada intermédia
Kährs pavimentos madeira	
14, 15 e 20 mm	0.14
Kährs Linnea 7 mm	0.22

O aquecimento radiante promove a distribuição ideal do calor no espaço interior.



Aquecimento radiante

Aquecimento radiador

## BARREIRA DE VAPOR/MEMBRANA À PROVA DE HUMIDADE

### Barreira de Vapor

A barreira de vapor deverá ser colocada tão próxima do pavimento quanto a construção o permita. Normalmente, isto significa que deverá ser colocada por baixo da camada intermédia. Recomenda-se a utilização de uma lâmina de polietileno (PE) de 0,2 mm de espessura como barreira de vapor, em conformidade com os requisitos e normas europeias para o setor da construção. Esta lâmina deverá ser colocada com uma sobreposição de 200 mm, sendo necessário selar as juntas.

A aplicação de aditivos ditos "à prova de humidade" nunca poderá substituir uma barreira de vapor, isto é, proteger contra a penetração de humidade. Em sub-bases onde seja sempre necessário a aplicação de uma barreira de vapor, deverá consultar-se a secção "Humidade e Temperatura", na página 1 deste documento.

Quando a barreira de vapor é utilizada como camada intermédia, a lâmina deverá ser colocada por baixo da camada intermédia.

A tela Kährs Tuplex é aprovada e recomendada para utilização como barreira de vapor, devendo assegurar-se que a sua instalação é realizada de acordo com as instruções indicadas.

Não devem utilizar-se lâminas de plástico como proteção contra a humidade em sub-bases onde a humidade relativa seja superior a 95%.

### Membrana à Prova de Humidade

Em situações onde a superfície do pavimento possua humidade relativa acima de 95%, utiliza-se por vezes como proteção uma membrana à prova de humidade. Existem diversos fabricantes deste tipo de membranas, e estas deverão ser instaladas de acordo com as recomendações fornecidas pelo fabricante em questão. Para máxima eficácia, a construção deverá ser ventilada mecanicamente.

## ISOLAMENTO DO SOM DE IMPACTO - CAMADA INTERMÉDIA

Para obter um pavimento silencioso e agradável ao caminhar, será sempre necessário instalar algum tipo de camada intermédia entre a sub-base e o pavimento de madeira. Os materiais mais comuns são espuma de polietileno ou a tela Kährs Tuplex.

Quando é necessária uma classificação do isolamento do som de impacto, é crucial uma construção subjacente. Por esta razão, não é possível indicar recomendações genéricas. Contudo, ao efetuar a instalação do pavimento numa habitação familiar comum (onde não existem requisitos padronizados), em princípio será suficiente a colocação de espuma de polietileno ou a tela Kährs Tuplex.

Os pavimentos colados à sub-base não melhoram o isolamento do som de impacto.

A camada intermédia deverá ser colocada entre a sub-base e o pavimento de madeira. Deverá ser instalada canto a canto, isto é, sem sobreposição.

Quando a camada intermédia for utilizada com barreira de vapor, a camada intermédia deverá ser assente sobre a barreira de vapor, que ficará assim protegida contra a abrasão e a perfuração.

A Kährs realizou testes diversos a camadas intermédias no que diz respeito ao isolamento do som de impacto. Os testes foram realizados pelo Swedish Testing and Research Institute (SP) e os resultados encontram-se resumidos na tabela abaixo.

Se for necessária uma classificação da construção relativamente ao isolamento do som de impacto, deverá contactar um especialista em acústica.

Tipo de Pavimento	Som de Impacto $\Delta L_w$ (dB)	Classificação Som de Impacto	Acústica no Ar $\Delta R_w$ (dB)
Kährs 7 mm + papel L400	16	7	-2.0
Kährs 7 mm + Cellofloor 2 mm	19	7	-2.0
Kährs 7 mm + Cellofloor 3 mm	19	7	-3.0
Kährs 7 mm + Airolen® 1.8 mm	18	7	-2.0
Kährs 15 mm + Cellofloor 2 mm	17	7	-1.0
Kährs 15 mm + Cellofloor 3 mm	18	7	-1.0
Kährs 15 mm + Airolen® 1.8 mm	17	7	-1.0
Kährs 15 mm + Airolen® 3.0 mm	18	7	-0.5
Kährs 15 mm + Tuplex	18	7	---

## SUB-BASE EM BETÃO E PISO NIVELADO

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

É obrigatória a colocação de barreira de vapor em estruturas de pavimento suspensas (por exemplo, betão), sobre fundações que tenham um espaço aberto por baixo (para acesso técnico), e em betonilhas recentemente construídas. A betonilha nova exige no mínimo 60 dias de tempo de secagem.

As betonilhas que não tenham sido construídas com destino à colocação de pavimento de madeira deverão ser previamente niveladas, uma vez que um pavimento de madeira requer um substrato mais homogéneo.

**Pavimentos flutuantes:** As sub-bases em betão deverão ser niveladas, através da utilização de um composto de regularização.

**Pavimentos colados:** Se a construção necessitar de uma barreira de vapor, esta deve ser coberta com uma placa ou painel. Quando o pavimento é colado a placas ou betonilhas, pode ser feita a instalação de grandes áreas sem recurso a juntas de expansão. Na instalação com cola, as colas bicomponentes não constituem barreira de vapor adequada.

## SUB-BASE EM ESTRUTURA DE MADEIRA

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

A estrutura de madeira deverá estar suficientemente seca (máximo 10% de conteúdo de humidade). Por forma a evitar o aparecimento de fendas, deverá assegurar-se que as traves e as vigas se encontram niveladas.

As juntas finais das filas de régua adjacentes dispostas alternadamente em 500 mm, e as filas de régua adjacentes não podem ter juntas finais dentro da mesma secção da estrutura. Não é necessário localizar as juntas finais sobre as traves.

## CONTRAPLACADO

O contraplacado poderá ser utilizado como substrato em betonilhas, para pavimentos de madeira colados e quando seja necessária uma barreira de vapor.

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

As placas de contraplacado deverão estar suficientemente secas (máximo 9,5% de conteúdo de humidade).

**Pavimentos colados:** Ao efetuar a instalação sobre um substrato sólido, como é o caso das estruturas assentes no solo, a placa de contraplacado deverá ter 12 mm de espessura mínima. Se for necessária uma barreira de vapor, esta deverá ser colocada por baixo da placa de contraplacado, que deverá ser assente ou aparafusado ao substrato em espaçamentos de 400 mm.

## PAVIMENTO DE MADEIRA PREVIAMENTE EXISTENTE

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

A estrutura de madeira deverá estar suficientemente seca (máximo 10% de conteúdo de humidade).

**Pavimentos flutuantes:** Os pavimentos multi-camadas são normalmente instalados em ângulo reto sobre o pavimento existente. Partindo do princípio que o pavimento de madeira antigo se encontra nivelado, estável e sólido, o pavimento novo poderá ser instalado na mesma direção do pavimento existente.

## PAVIMENTO EM VINYL OU PVC

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

As sub-bases que não tenham sido construídas com destino à colocação de pavimento de madeira deverão ser previamente niveladas, uma vez que um pavimento de madeira requer um substrato mais homogéneo.

**Pavimentos flutuantes:** Os pavimentos em vinyl ou PVC colados integralmente à betonilha são por vezes considerados como barreira de vapor, uma vez que as juntas ficam seladas e intactas. Se for instalado um sistema de aquecimento radiante, o pavimento em vinyl ou PVC deverá ser removido, o que poderá afetar o impacto sonoro.

**Pavimentos colados:** Poderá ser difícil obter a aderência necessária do pavimento de madeira ao PVC. O que acontece frequentemente nestas situações é não existir informação sobre a forma como o pavimento em PVC foi instalado ou que tipo de cola foi utilizada. Se a colagem for inadequada, o pavimento em PVC poderá levantar, pois estará a ser puxado pelo pavimento de madeira. **Por esta razão, é altamente recomendado remover este tipo de pavimento.**

## PAVIMENTO EM LINÓLEO

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

As sub-bases que não tenham sido construídas com destino à colocação de pavimento de madeira deverão ser previamente niveladas, uma vez que um pavimento de madeira requer um substrato mais homogéneo.

**Pavimentos flutuantes:** Os pavimentos em linóleo são compostos por materiais orgânicos, e deverão ser removidos se a construção necessitar de barreira de vapor. Se for instalado um sistema de aquecimento radiante, o pavimento em linóleo deverá ser removido, o que poderá afetar o impacto sonoro.

**Pavimentos colados:** Poderá ser difícil obter a aderência necessária do pavimento de madeira ao linóleo. O que acontece frequentemente nestas situações é não existir informação sobre a forma como o pavimento em linóleo foi instalado ou que tipo de cola foi utilizada. Se a colagem for inadequada, o pavimento em linóleo poderá levantar, pois estará a ser puxado pelo pavimento de madeira. **Por esta razão, é altamente recomendado remover este tipo de pavimento.**

## MOSAICO CERÂMICO

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

Este tipo de pavimento foi muito utilizado no passado devido ao risco de penetração de humidade pelo lado inferior. Deverá ser acautelada a necessidade de colocação de uma barreira de vapor.

**Pavimentos colados:** A colagem direta do pavimento de madeira ao mosaico cerâmico não é possível. Se a superfície for rugosa, poderá ser usada uma cola com solvente. Os mosaicos cerâmicos são frequentemente utilizados em zonas húmidas ou áreas de higiene. Nestas áreas, a dificuldade é remover sujidade, particularmente das juntas, pelo que a colagem ao substrato poderá ser muito difícil. Para conhecer os tipos de painéis adequados para utilização como substrato, consulte os "Requisitos Específicos para Pavimentos Colados à Sub-Base", na página 3 deste documento. Deverá contactar igualmente o fornecedor habitual de cola para obter informações mais detalhadas.

## TAPETE DE FELTRO

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

Os tapetes que possam conter resíduos de materiais orgânicos podem ganhar bolor na presença de humidade.

As sub-bases que não tenham sido construídas com destino à colocação de pavimento de madeira deverão ser previamente niveladas, uma vez que um pavimento de madeira requer um substrato mais homogéneo.

**Pavimentos flutuantes:** Poderá ser possível a instalação flutuante. Contudo, o tapete deverá ser removido se a construção necessitar de barreira de vapor. **É geralmente recomendado que sejam removidos quaisquer tipos de tapete.**

Os pavimentos Kährs Linnea poderão ser instalados neste tipo de substrato.

**Pavimentos colados:** A colagem não é possível - o tapete deverá ser removido. Se a construção necessitar de uma barreira de vapor, deverá ser igualmente colocada uma placa ou painel.

## ALCATIFA

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

Os tapetes que possam conter resíduos de materiais orgânicos podem ganhar bolor na presença de humidade.

As sub-bases que não tenham sido construídas com destino à colocação de pavimento de madeira deverão ser previamente niveladas, uma vez que um pavimento de madeira requer um substrato mais homogéneo.

**Pavimentos flutuantes multi-camadas de 15 mm:** Se a alcatifa for de pêlo curto, poderá ser efetuada uma instalação flutuante por cima - caso contrário, a alcatifa deverá ser removida. O mesmo acontece se a construção necessitar de barreira de vapor. **É geralmente recomendado que sejam removidos quaisquer tipos de tapete.**

**Pavimentos flutuantes Kährs Linnea:** A alcatifa deverá ser removida.

**Pavimentos colados:** A colagem não é possível - a alcatifa deverá ser removida. Se a construção necessitar de uma barreira de vapor, deverá ser igualmente colocada uma placa ou painel.



## BETÃO LEVE

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

É sempre recomendada a aplicação de uma barreira de vapor em estruturas de betão leve, sejam estas recentes ou não.

As sub-bases em betão leve que possuam irregularidades deverão ser previamente niveladas, através da utilização de um composto de regularização.

**Pavimentos colados:** Uma vez que este tipo de sub-base requer uma barreira de vapor, deverá ser colocado um painel onde se possa colar o pavimento. A barreira de vapor será colocada por baixo do painel.

## ESPUMA EPS (POLIESTIRENO EXPANDIDO)

Ao aplicar isolamento adicional em estruturas de pavimento em betão é importante a utilização de telas EPS especialmente concebidas para a instalação de pavimentos de madeira. Por forma a evitar flexão indesejada e danos a longo prazo, a tolerância na espessura destas telas deverá ser de  $\pm 0,5$  mm. Deverá ter-se em consideração que as telas EPS para isolamento do solo em estruturas de pavimento em betão possuem uma tolerância na espessura muito superior. Desta forma, este tipo de telas não é adequado. Pela mesma razão, não deverão ser utilizadas telas com curvatura. Deverão ser sempre seguidas as recomendações do fabricante da tela.

As recomendações particulares sobre a espuma EPS são:

**Instalação flutuante de pavimentos de madeira de 15 mm em espaços domésticos:** Utilização de espuma EPS com força de compressão mínima de 150 kPa (densidade 30 Kg/m<sup>3</sup>). Deverá ser colocada uma camada intermédia entre a espuma e as réguas.

**Instalação flutuante de pavimentos Kährs Linnea em espaços domésticos:** Utilização de espuma EPS com força de compressão mínima de 150 kPa (densidade 30 Kg/m<sup>3</sup>). Deverá ser coberta com painel para distribuição das cargas (aglomerado com espessura mínima de 10 mm ou painel de partículas de madeira macho-fêmea com espessura mínima de 6 mm).

## MEMBRANA HDPE COM FOLGA DE AR (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE)

As instruções seguintes aplicam-se adicionalmente aos seguintes requisitos:

As membranas com folga de ar são significativamente mais impermeáveis que as barreiras de vapor, e a proteção adicional contra a humidade não é necessária. Estas membranas são utilizadas habitualmente em ambientes onde existe o risco de sucção capilar no betão ou uma fraca qualidade do ar. Este tipo de construção é por isso combinado muitas vezes com ventilação mecânica, para máxima eficácia.

**Instalação flutuante de pavimentos de madeira de 15 mm:** Encontram-se disponíveis no mercado inúmeras opções. Deverão seguir-se sempre as recomendações e instruções de utilização do fabricante.

**Instalação flutuante de pavimentos Kährs Linnea em espaços domésticos:** Os pavimentos Kährs Linnea poderão ser instalados sobre Delta FM Yellow Line e Platon Multi sem necessidade de painel para distribuição das cargas. Com Blue Platon deverá ser utilizado aglomerado com espessura mínima de 10 mm. Deverão seguir-se sempre as recomendações e instruções de utilização do fabricante.

**Instalação flutuante de pavimentos Kährs Activity Floor de 30 mm:** A membrana Blue Platon é uma das que não pode ser utilizada para a instalação deste pavimento.

**Pavimentos colados:** Deverá ser consultado o documento "Kährs - Guia de Instalação".

## INFORMAÇÃO GENÉRICA SOBRE HUMIDADE

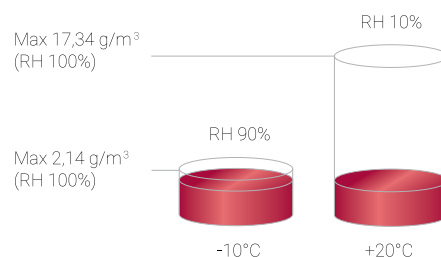
A humidade é um fator muito importante na instalação de um pavimento de madeira, e tem um grande impacto no resultado final. É por isso muito importante conhecer a forma como a humidade afeta o pavimento e a sua instalação, e como lidar com esse problema. Poderão ser evitadas potenciais dificuldades com alguma informação e a abordagem correta.

### Humidade Relativa

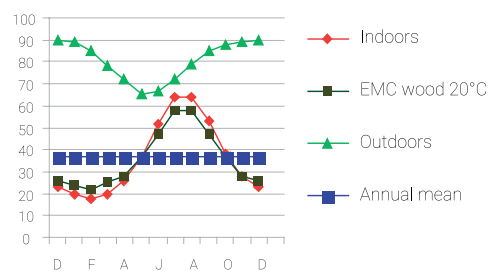
A humidade relativa define-se como a capacidade do ar absorver e reter a humidade, relacionada com a temperatura do ar. No inverno, a temperatura exterior é normalmente baixa, o que resulta numa elevada humidade relativa. Por exemplo, se a temperatura exterior for de  $-10^{\circ}\text{C}$ , o ar consegue reter um máximo de 2,14 gr. de água/ $\text{m}^3$  de ar.

Ao trazer este ar exterior para o interior, através da ventilação, e aquecê-lo a  $+20^{\circ}\text{C}$ , tal não altera a quantidade de água. A  $+20^{\circ}\text{C}$  o ar consegue reter um máximo de 17,34 gr. de água/ $\text{m}^3$  de ar.

A  $20^{\circ}\text{C}$ , 2,14 gr./ $\text{m}^3$  é menos água do que aquilo que o ar consegue reter, o que significa que a humidade relativa é baixa (ver figura lateral).



O diagrama à direita demonstra a variação da humidade relativa ao longo do ano. A posição e amplitude da curva varia em diferentes partes do mundo - a curva apresentada reflete as condições existentes no norte da Europa. Como é possível ver pelo gráfico, a madeira possui um efeito de retardamento, e por isso a curva de EMC (conteúdo de humidade de equilíbrio) é de alguma forma mais plana que a curva da humidade no ar interior.



**Todos os materiais porosos, como é o caso da madeira, tendem a alcançar a mesma humidade relativa que existe no ar, no ambiente em que se encontram. A madeira é um material higroscópico, o que significa que contrai ou dilata dependendo do clima ambiente. Diferentes espécies de madeira têm um comportamento diferente. Além disso, a madeira não se move de forma homogénea.**

Os métodos de fabrico utilizados na construção de pavimentos de madeira, nomeadamente o sistema multi-camadas, confere aos pavimentos uma construção cruzada e fechada das várias camadas, que se encontram em diferentes ângulos. Desta forma, os movimentos que ocorrem são apenas 25-30% dos que ocorrem na madeira maciça.

Quanto maior for a ventilação no inverno, mais seco ficará o ar interior (e por conseguinte, o pavimento).

Tal aplica-se também, evidentemente, a edifícios ventilados mecanicamente.

A tabela seguinte demonstra a contração quando a madeira "verde" é seca até atingir 0% de conteúdo de humidade.

A madeira é anisotrópica, isto é, possui diferentes propriedades em diferentes direções, o que se manifesta particularmente quando a madeira contrai ou expande.

Ao secar a madeira "verde" até obter 0% de humidade, a contração ocorrida é a seguinte:

Espécie de Madeira	Através dos anéis anuais	Ao longo dos anéis anuais	Na direção das fibras	Volume
Carvalho e Pinho	4%	8%	0,4%	12%
Faia e Amieiro	6%	12%	0,3%	18%

Contudo, o movimento devido à humidade não pode ser completamente previsto. É por isso importante que exista um movimento das juntas entre o pavimento e a parede, ou outros objetos fixos, quando é feita a instalação flutuante de um pavimento de madeira. Para que não ocorra absorção de humidade pelo pavimento antes da instalação, é importante não abrir as embalagens, até ao momento da instalação. As réguas dentro da embalagem fechada possuem uma humidade relativa correspondente de aproximadamente 40% a 20°C. Este é o valor interior médio anual no norte da Europa.

Na prática, as propriedades higroscópicas da madeira indicam que a secção cruzada de um pavimento multi-camadas é ligeiramente côncava no inverno, e ligeiramente convexa no verão. Por forma a limitar a concavidade a um nível aceitável, a humidade relativa no inverno não deverá ser inferior a 30%.

**Importante:** os níveis de humidade em edifícios construídos recentemente são com frequência elevados na ocasião de aplicação dos pavimentos. **Por forma a evitar danos, é importante que a humidade relativa durante e após a instalação se situe abaixo dos 60%.** As réguas do pavimento poderão ficar permanentemente deformadas se a humidade relativa exceder os 60%. Tal poderá ocorrer se o pavimento for instalado em edifícios construídos recentemente com ventilação inadequada ou inexistente, como acontece por exemplo durante períodos de férias.

A ventilação é uma forma simples de manter a humidade relativa baixa aquando da instalação de pavimentos em construções novas. Deverá ter-se em consideração que arejar ou ventilar excessivamente os espaços durante o inverno, em "condições normais", isto é, quando o edifício já se encontra ocupado, poderá reduzir demasiado a humidade relativa.

A temperatura dos espaços e dos materiais deverá ser, no mínimo, 18°C. O pavimento de madeira não deverá ser instalado até que as outras especialidades (pintura, instalação de mosaico cerâmico, etc.) finalizem os seus trabalhos e o local possua a humidade relativa apropriada.

## Proteção contra a Humidade

Normalmente, não é necessária uma proteção contra a humidade relativa em pavimentos estruturais onde a humidade relativa é inferior a 60%. Recorde-se que as betonilhas recentemente construídas não se incluem neste requisito, pelo que será sempre necessária uma proteção contra a humidade.

Esta proteção previne a difusão de humidade (migração) entre os diferentes materiais de construção que integram o edifício, e consiste normalmente em polietileno de 0,2 mm de espessura, resistente ao envelhecimento. As instruções de instalação para barreiras de vapor e camadas intermédias podem ser encontradas neste documento, em "Barreira de Vapor/Membrana à Prova de Humidade".

A migração de humidade em construções é determinada pela pressão do vapor, que por sua vez depende da temperatura e do conteúdo de humidade.

- À mesma humidade relativa, um material com uma temperatura mais elevada tem uma pressão do vapor superior, em relação a um material que esteja mais frio.

- À mesma temperatura, um material com uma humidade relativa mais elevada tem uma pressão do vapor superior, em relação a um com uma humidade relativa mais baixa (comparar com as betonilhas suportadas no solo).

A pressão do vapor numa construção tende a desaparecer, e desta forma equilibrar-se a si mesmo em áreas com pressões do vapor superiores e inferiores, o que acontece geralmente do calor para o frio.

Em certas situações, a humidade migra na "direção errada" (mas, ainda assim, da pressão do vapor mais elevada para a mais baixa). Se tal acontecer numa construção, por exemplo, em estruturas sobre fundações que tenham um espaço aberto por baixo (para acesso técnico), e em que exista um pavimento de madeira pré-acabado e não tenha sido usada barreira de vapor, a superfície de acabamento do pavimento será a primeira camada impermeável que a humidade irá encontrar. Tal irá provocar a dilatação da superfície de madeira e eventualmente danos visíveis.

Certas construções irão acumular a pressão do vapor, devido à humidade adicional, com um elevado conteúdo de humidade ou temperaturas relativamente elevadas.

**É obrigatória a colocação de barreira de vapor em certos tipos de pavimentos estruturais, quer sejam recentes ou não.**

**Quando instalar um pavimento flutuante com madeira em:**

- sub-bases suportadas no solo
- pavimentos estruturais sobre áreas quentes ou húmidas (espaços com caldeiras ou lavandarias, por exemplo)
- sobre fundações que tenham um espaço aberto por baixo (para acesso técnico)
- pavimentos aquecidos (aquecimento radiante)
- estruturas de pavimento em betão leve

A sub-base DEVE INCLUIR SEMPRE uma barreira de vapor.

**A humidade é muitas vezes a causa de um problema**

As queixas acerca dos pavimentos de madeira surgem na maior parte das vezes na sequência de danos causados pelo excesso de humidade, seguidas da secagem. A humidade de um pavimento de madeira é diretamente proporcional à humidade do ar circundante. Se a humidade do ar é elevada, o conteúdo de humidade do pavimento de madeira aumenta e o pavimento expande-se. A elevada humidade do ar pode ser causada pela humidade geral do edifício, ou mais vulgarmente, pela humidade no betão do edifício somada ao vapor de água que penetra por difusão através da estrutura, a partir do solo.

Um pavimento de madeira húmido irá contrair-se, subseqüentemente, ao secar.

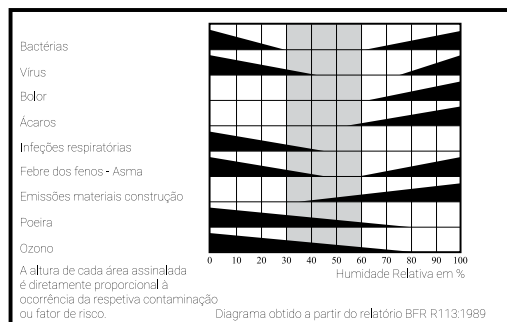
Um elevado excesso de humidade irá danificar o pavimento permanentemente.

Mesmo as variações sazonais de temperatura podem provocar algum movimento no pavimento de madeira - dilatação e contração - assim como pequenas alterações de secção. Normalmente, estas alterações não são permanentes. Por exemplo, durante o verão e o outono, os painéis multi-camadas apresentam uma ligeira convexão, em resultado dessa dilatação. As réguas contraem depois no inverno quando o aquecimento está ligado e tornam-se ligeiramente côncavas. Os pavimentos Kährs Linnea podem inclusivamente apresentar o comportamento oposto quando ganham humidade. Podem surgir folgas entre as peças, mas que irão desaparecer à medida que a humidade relativa aumenta.

A humidade relativa ideal para a madeira situa-se entre 30-60%. Esta característica é vantajosa também por outras razões.

A tabela seguinte, obtida a partir do relatório BFR R113:1989, demonstra que com níveis de humidade relativa mais elevados ou mais baixos, problemas como bolor, crescimento bacteriano, asma, etc., surgem ou agravam-se no ar interior.

O diagrama demonstra a importância da humidade do ar no espaço interior.



Existem, portanto, boas razões para tentar manter a humidade relativa do ar interior entre 30-60%.

Deverá ser feita uma medição da humidade, relacionando a humidade relativa do ar com o conteúdo de humidade no pavimento.

### Exemplo de interpretação da medição de humidade

Os níveis de humidade relativa e de conteúdo de humidade no diagrama correspondem-se mutuamente.

Na ocasião da entrega, os pavimentos Kährs passaram por uma secagem até obterem aproximadamente 7% de conteúdo de humidade, o que corresponde a "um espaço aquecido centralmente com uma temperatura constante", a aproximadamente 40% de humidade relativa. Numa construção nova (por exemplo, uma casa de madeira) os materiais de construção normalmente utilizados foram apenas secos ao ar, o que corresponde a um ambiente exterior coberto.

Se, por exemplo, as traves onde assenta o pavimento não se encontrarem bem secas, o pavimento de madeira poderá ficar irremediavelmente húmido, e irão surgir folgas ou fendas quando o pavimento secar. Quando as traves húmidas se contraem, causam um ranger ou chiar do pavimento.

Conteúdo de humidade, %, em materiais de pavimento a 20°C.

Humidade Relativa (RH) - Conteúdo de humidade do ar em relação ao ar saturado.

Conteúdo de Humidade (MC) - Percentagem de humidade pelo peso em relação ao material em estado seco.

1. Clima extremamente seco
2. Espaço aquecido centralmente com temperatura constante.
3. Espaço sem aquecimento com temperatura variável.
- 4a. Espaço exterior coberto.
- 4b. Espaço exterior desabrigado.
5. Madeira extremamente seca.
6. Mobiliário - seco
- 7a. Peças de carpintaria - seco
- 7b. Projeto - seco
8. Armazenamento - seco
9. Ar - seco
10. Perigo de bolor
11. Madeira de construção

