



ORIENTAÇÕES RELATIVAS ÀS MELHORES
PRÁTICAS EUROPEIAS

IMOBILIZAÇÃO DE CARGA NOS TRANSPORTES RODOVIÁRIOS

Imobilização de Carga nos Transportes Rodoviários

Orientações relativas às Melhores Práticas Europeias 2014

***Europe Direct é um serviço que responde
às suas perguntas sobre a União Europeia***

Linha telefónica gratuita (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) As informações prestadas são gratuitas, tal como a maior parte das chamadas, embora alguns operadores, cabines telefónicas ou hotéis as possam cobrar.

Mais informações sobre a União Europeia encontram-se disponíveis na rede Internet, via servidor Europa (<http://europa.eu>)

Cover illustration: © zaschnaus - Fotolia.com

Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2014

Print ISBN 978-92-79-43677-2 doi:10.2832/86009 MI-06-14-080-PT-C
PDF ISBN 978-92-79-43655-0 doi:10.2832/75224 MI-06-14-080-PT-N

© União Europeia, 2014

Reprodução autorizada mediante indicação da fonte

Printed in Luxembourg

IMPRESSO EM PAPEL BRANQUEADO SEM CLORO ELEMENTAR (ECF)

Notas

1. As presentes orientações relativas às melhores práticas foram elaboradas por um grupo de peritos criado pela Direção-Geral da Mobilidade e dos Transportes e composto por peritos designados pelos Estados-Membros e pelo setor dos transportes.
2. As presentes orientações relativas às melhores práticas podem constituir uma referência para todas as partes públicas ou privadas direta ou indiretamente interessadas na questão da imobilização de carga. Este documento deve ser lido e utilizado como auxiliar à aplicação de práticas seguras e experimentadas nesta área.
3. O documento não tem carácter vinculativo na aceção de um ato jurídico adotado pela União. Apenas apresenta o conhecimento acumulado de peritos europeus neste domínio. A adesão aos princípios e sistemas descritos nas presentes orientações deve ser reconhecida pelas autoridades responsáveis pela aplicação da legislação como permitindo níveis de segurança adequados à execução de operações de transporte rodoviário. Aquando da utilização das presentes orientações, é necessário verificar se os sistemas utilizados são adequados à situação em causa e, se aplicável, adotar medidas adicionais.
4. É importante ter em consideração que os Estados-Membros podem ter requisitos específicos relativos à imobilização da carga não abrangidos pelas presentes orientações. Por este motivo, é recomendado consultar as autoridades competentes para indagar sobre a existência de eventuais requisitos específicos.
5. O presente documento está disponível para consulta pública. Pode ser descarregado gratuitamente do sítio Web da Comissão Europeia.¹
6. Inevitavelmente, como consequência da experiência adicional e do desenvolvimento contínuo das técnicas e dos sistemas de imobilização da carga, as presentes orientações necessitarão de ser revistas e alteradas periodicamente, conforme necessário. O leitor deve consultar o sítio Web da Comissão Europeia para obter informações sobre a última edição disponível do guia. Quaisquer sugestões para melhorar ou complementar o seu conteúdo são bem-vindas e devem ser enviadas para o endereço indicado na nota de rodapé². As questões gerais relativas às presentes orientações devem ser enviadas para o mesmo endereço.

¹ http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/vehicles/best_practice_guidelines_en.htm

² Comissão Europeia, Direção-Geral da Mobilidade e dos Transportes, Unidade de Segurança Rodoviária, 200 rue de la Loi, BE-1049 Bruxelas. Endereço de correio eletrónico: move-mail@ec.europa.eu

Índice

| | |
|-----------------------------------------|-----------|
| 1. Capítulo 1 Contexto geral | 9 |
| 1.1. Âmbito e objetivos | 9 |
| 1.2. Normas em vigor | 10 |
| 1.3. Responsabilidades operacionais | 10 |
| 1.4. Parâmetros físicos | 12 |
| 1.5. Distribuição da carga | 14 |
| 1.6. Equipamento do veículo | 15 |
| 2. Estrutura do veículo | 16 |
| 2.1. Taipais laterais | 17 |
| 2.2. Pannel de proteção da cabina | 17 |
| 2.3. Taipal traseiro | 18 |
| 2.4. Bordo do piso | 19 |
| 2.5. Escoras | 19 |
| 2.6. Pontos de amarração | 22 |
| 2.7. Equipamento específico | 24 |
| 2.8. Contentores ISO (ISO 1496-1) | 24 |
| 2.8.1. Taipais traseiros | 24 |
| 2.8.2. Taipais laterais | 24 |
| 2.8.3. Pontos de fixação e de amarração | 24 |
| 2.8.4. Fechos rotativos | 25 |
| 2.9. Caixas móveis | 25 |
| 3. Acondicionamento | 26 |
| 3.1. Materiais de acondicionamento | 26 |
| 3.1.1. Película retrátil | 27 |
| 3.1.2. Coberturas extensíveis | 27 |
| 3.1.3. Película extensível | 27 |
| 3.1.4. Película previamente esticada | 27 |
| 3.1.5. Cintas | 28 |
| 3.1.6. Redes | 28 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. | Métodos de acondicionamento | 28 |
| 3.2.1. | Acondicionamento no transporte com base na forma | 28 |
| 3.2.2. | Acondicionamento no transporte com base na força | 29 |
| 3.3. | Métodos de ensaio do acondicionamento | 30 |
| 4. | Equipamento de imobilização | 32 |
| 4.1. | Amarrações | 32 |
| 4.1.1. | Cintas de amarração | 32 |
| 4.1.2. | Correntes | 33 |
| 4.1.3. | Cabos de aço | 34 |
| 4.2. | Equipamento para aumento de atrito | 34 |
| 4.2.1. | Revestimento | 35 |
| 4.2.2. | Tapetes antiderrapantes de borracha | 35 |
| 4.2.3. | Tapetes antiderrapantes (sem borracha) | 35 |
| 4.2.4. | Folhas antiderrapantes | 35 |
| 4.3. | Barras de bloqueio | 36 |
| 4.4. | Materiais de enchimento | 37 |
| 4.5. | Protetores de canto | 38 |
| 4.6. | Redes ou toldos | 39 |
| 4.7. | Outros materiais de imobilização | 39 |
| 5. | Métodos de imobilização de carga | 40 |
| 5.1. | Princípio geral | 40 |
| 5.2. | Travamento | 40 |
| 5.3. | Bloqueio local | 40 |
| 5.4. | Bloqueio geral | 42 |
| 5.5. | Amarração direta | 42 |
| 5.5.1. | Amarração diagonal | 43 |
| 5.5.2. | Amarração paralela | 43 |
| 5.5.3. | Amarração em meio-laço | 43 |
| 5.5.4. | Amarração com lançantes | 44 |
| 5.6. | Amarração de topo | 44 |
| 5.7. | Observações gerais sobre métodos de imobilização | 45 |

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6. | Cálculos | 47 |
| 6.1. | Exemplo 1 – Caixa de madeira com centro de gravidade baixo | 47 |
| 6.1.1. | Deslizamento | 48 |
| 6.1.2. | Carga com massa m impedida de deslizar por duas amarrações de topo | 48 |
| 6.1.3. | Carga com massa impedida de deslizar para a frente pela amarração com lançantes | 48 |
| 6.1.4. | Peso da carga impedido de deslizar por duas amarrações de topo e pela amarração com lançantes | 49 |
| 6.1.5. | Inclinação | 49 |
| 6.1.6. | Conclusão | 50 |
| 6.2. | Exemplo 2 – caixa de madeira com centro de gravidade elevado | 50 |
| 6.2.1. | Deslizamento | 50 |
| 6.2.2. | Peso da carga impedido de deslizar por duas amarrações de topo | 51 |
| 6.2.3. | Peso da carga impedido de deslizar para a frente pela amarração com lançantes | 51 |
| 6.2.4. | Peso da carga impedido de deslizar por duas amarrações de topo e pela amarração com lançantes | 52 |
| 6.2.5. | Inclinação | 52 |
| 6.2.6. | Peso da carga impedido de inclinar para os lados por duas amarrações de topo | 52 |
| 6.2.7. | Conclusão | 53 |
| 6.3. | Exemplo 3 – Bens de consumo em paletes | 53 |
| 7. | Verificação da imobilização de carga | 55 |
| 7.1. | Classificação das deficiências | 55 |
| 7.2. | Métodos de inspeção | 55 |
| 7.3. | Avaliação das deficiências | 56 |
| 8. | Exemplos de dispositivos de imobilização de carga para mercadorias específicas | 57 |
| 8.1. | Painéis arrumados numa plataforma com armações em A | 57 |
| 8.2. | Cargas de madeira | 58 |
| 8.2.1. | Madeira serrada embalada | 58 |
| 8.2.2. | Toros de madeira e madeira serrada não embalada | 59 |
| 8.2.3. | Postes longos | 61 |
| 8.3. | Contentores de grandes dimensões | 62 |
| 8.4. | Transporte de máquinas móveis | 62 |

| | | |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.5. | Transporte de automóveis, furgões e pequenos reboques | 64 |
| 8.6. | Transporte de camiões, reboques e quadros em camiões | 67 |
| 8.7. | Transporte de bobinas | 67 |
| 8.7.1. | Bobinas com mais de 10 toneladas | 67 |
| 8.7.2. | Bobinas com menos de 10 toneladas | 69 |
| 8.8. | Bebidas | 70 |
| 8.9. | Transporte de mercadorias em paletes | 70 |
| 8.10. | Transporte de mercadorias em paletes utilizando amarração cruzada | 72 |
| 8.11. | Cargas mistas | 74 |
| Apêndice 1. Símbolos | | 75 |
| Apêndice 2. Guia Rápido sobre Amarrações | | 76 |
| A.2.1. | Processo e limitações | 76 |
| A.2.2. | O equipamento de imobilização de carga deve suportar... | 76 |
| A.2.3. | Condições para imobilizar a carga tendo em conta o presente Guia Rápido sobre Amarrações | 76 |
| A.2.4. | Bloqueio | 77 |
| A.2.5. | Outras formas de imobilizar a carga | 79 |
| A.2.6. | Deslizamento | 80 |
| A.2.7. | Inclinação | 81 |
| A.2.8. | Amarração em laço | 82 |
| A.2.9. | Amarração com lançantes | 84 |
| A.2.10. | Amarração direta | 86 |
| A.2.11. | Amarração de topo | 87 |
| A.2.12. | Outros equipamentos de amarração | 89 |
| A.2.13. | Carga constituída por várias camadas | 90 |
| A.2.14. | Outros tipos de carga | 91 |
| Apêndice 3. Fatores de atrito | | 92 |
| Apêndice 4. Avaliação de deficiências | | 93 |

1. Capítulo 1 Contexto geral

1.1. ÂMBITO E OBJETIVOS

As presentes orientações visam disponibilizar instruções e conselhos práticos básicos a todas as pessoas envolvidas nas operações de carga/descarga e imobilização da carga nos veículos, incluindo transportadores e expedidores. Também serão úteis para os organismos responsáveis pela aplicação da legislação e pela inspeção técnica na estrada em conformidade com a Diretiva 2014/47/EU e com as decisões dos tribunais. Podem igualmente servir de base aos Estados-Membros quando estes adotarem medidas necessárias para implementar a formação de motoristas, em conformidade com a Diretiva 2003/59/CE relativa à qualificação inicial e à formação contínua dos motoristas de determinados veículos rodoviários afetos ao transporte de mercadorias e de passageiros. Pretendem ainda servir de guia para a imobilização adequada da carga em todas as situações que possam ocorrer em situações normais de trânsito. As orientações servirão igualmente como base comum para a aplicação da imobilização da carga, na prática, e da legislação nessa matéria.

Durante o transporte, todos os artigos devem ser impedidos de deslizar, inclinar, rolar, deslocar, sofrer deformação substancial e rotação em qualquer direção recorrendo a métodos tais como o travamento, bloqueio, amarração ou a combinações destes. Este acondicionamento permite proteger as pessoas envolvidas nas operações de carga, descarga e condução do veículo, em conjunto com outros utentes da estrada, peões, a própria carga e o veículo.

A carga deve ser colocada no veículo de modo a não pôr em perigo pessoas ou mercadorias, deslocar-se ou cair do veículo.

Todos os dias ocorrem acidentes e incidentes rodoviários devido a cargas mal arrumadas e/ou imobilizadas. As presentes orientações relativas às melhores práticas europeias fornecem informações físicas e técnicas de base, bem como regras práticas de imobilização nos transportes rodoviários. Para informações mais pormenorizadas devem ser consultadas as normas internacionais. As orientações não substituem os resultados dos ensaios extensos disponíveis, em toda a Europa, relativamente a tipos específicos de carga ou de condições de transporte específicas, nem descrevem pormenorizadamente todas as soluções possíveis para todas as cargas possíveis. As presentes orientações destinam-se a todas as pessoas envolvidas na cadeia de transporte que planeiam, preparam, supervisionam ou verificam o transporte rodoviário a fim de garantir operações de transporte seguras.

Estas orientações relativas às melhores práticas europeias baseiam-se na norma europeia EN 12195-1³. As orientações apresentam as melhores práticas atualmente existentes neste domínio, com destaque para os veículos com uma massa máxima superior a 3,5 toneladas. Aquando da utilização das presentes orientações, é necessário verificar se os sistemas utilizados são adequados para a situação em causa e, se aplicável, adotar medidas adicionais.

Estas orientações relativas às melhores práticas europeias destinam-se a apoiar a aplicação das normas internacionais estabelecidas pelo ADR e pela Diretiva 2014/47/UE relativa à inspeção técnica na estrada.

³ Norma EN12195-1 «Retenção de carga em veículos rodoviários – Segurança – Parte 1 Cálculo das forças de imobilização». No momento da elaboração das presentes orientações era aplicável a versão EN12195-1:2010.

Outras orientações podem fornecer mais informações ou métodos alternativos para carga e/ou veículos específicos, mas não devem descrever requisitos adicionais ou outras limitações e devem estar sempre alinhadas com a norma europeia EN 12195-1.

1.2. NORMAS EM VIGOR

As presentes orientações europeias sobre a imobilização da carga baseiam-se em leis da física relacionadas com o atrito, a gravidade, a dinâmica e a resistência dos materiais. No entanto, a aplicação diária dessas leis pode ser complexa. A fim de simplificar a conceção e a verificação dos dispositivos de imobilização de carga, as normas específicas relacionadas com a resistência e o desempenho de uma superestrutura, os dispositivos de imobilização, os materiais utilizados para a imobilização de carga, etc., estão disponíveis na versão mais recente das seguintes normas internacionais⁴:

| Norma ¹ | Tema |
|----------------------|------------------------------------------------------------|
| – EN 12195-1 | Cálculo das forças de amarração |
| – EN 12640 | Pontos de amarração |
| – EN 12642 | Resistência da estrutura da carroçaria do veículo |
| – EN 12195 -2 | Cintas e correias de amarração feitas de fibras sintéticas |
| – EN 12195-3 | Correntes de amarração |
| – EN 12195-4 | Cabos de amarração em aço |
| – ISO 1161, ISO 1496 | Contentor ISO |
| – EN 283 | Caixas móveis |
| – EN 12641 | Encerados |
| – EUMOS 40511 | Postes – Escoras |
| – EUMOS 40509 | Acondicionamento no transporte |

As normas nacionais e locais que contradigam estas normas internacionais ou que descrevam outras limitações não devem ser aplicadas ao transporte internacional.

Para operações de transporte intermodal podem ser aplicados outros requisitos, tal como o código de práticas sobre acondicionamento de unidades de transporte de carga (código UTC) da OMI/ILO/CEE-ONU.

1.3. RESPONSABILIDADES OPERACIONAIS

Todas as partes envolvidas no processo logístico, incluindo embaladores, carregadores, transportadoras, operadores e motoristas, têm um papel a desempenhar no sentido de assegurar que a carga é devidamente embalada e carregada num veículo adequado.

É importante compreender que as responsabilidades em matéria de imobilização de carga se baseiam em regulamentos e convenções internacionais, na legislação nacional e/ou em contratos entre as partes envolvidas.

⁴ Para transportes que utilizem veículos com massa máxima autorizada de 3,5 toneladas, poderão ser aplicáveis outras normas, tais como a ISO 27955 e ISO 27956.

⁵ As normas encontram-se normalmente disponíveis nos institutos nacionais de normalização

Recomenda-se um acordo contratual sobre responsabilidades operacionais. Na ausência de tal acordo entre as partes envolvidas, e não obstante qualquer legislação, a cadeia de responsabilidades descrita infra identifica importantes responsabilidades operacionais relacionadas com a imobilização da carga:

Responsabilidades/ações relacionadas com o planeamento de transporte:

1. descrição correta da carga, incluindo, pelo menos
 - a) a massa da carga e de cada unidade de carga
 - b) a posição do centro de gravidade de cada unidade de carga, quando este não se encontrar no meio
 - c) dimensões envolventes de cada unidade de carga
 - d) limitações de empilhamento e orientações a aplicar durante o transporte
 - e) todas as informações adicionais necessárias para uma correta imobilização
2. assegurar que as unidades de carga são devidamente acondicionadas para suportar os esforços expectáveis em condições normais de transporte, incluindo as forças de amarração aplicáveis
3. assegurar que as mercadorias perigosas são devidamente classificadas, embaladas e rotuladas
4. assegurar que a documentação relativa ao transporte de mercadorias perigosas é preenchida e assinada
5. assegurar que o veículo e o equipamento de imobilização são adequados à carga a transportar
6. assegurar que todas as informações relacionadas com as capacidades de imobilização de carga do veículo são comunicadas ao carregador
7. assegurar que não ocorre nenhuma interação indesejada entre cargas de diferentes carregadores

Responsabilidades/ações relacionadas com o carregamento:

1. assegurar que só é carregada carga segura e adequada para transporte
2. verificar se se encontra disponível um plano de imobilização de carga aquando do início do carregamento
3. assegurar que podem ser fornecidos todos os certificados das peças do veículo utilizadas para a imobilização da carga
4. assegurar que o veículo se encontra em boas condições e que o compartimento de carga se encontra limpo
5. assegurar que todo o equipamento necessário para a imobilização da carga se encontra disponível e em boas condições aquando do início do carregamento
6. assegurar que o piso do veículo não é submetido a esforços excessivos durante as operações de carga
7. assegurar que a carga é devidamente distribuída no veículo, tendo em conta a distribuição da carga sobre os eixos do veículo e as folgas aceitáveis (no plano de imobilização, se disponível)
8. assegurar que o veículo não é sobrecarregado

9. assegurar que o equipamento adicional necessário, como materiais antiderrapantes, materiais de enchimento e esteiras, barras de bloqueio e todos os outros equipamentos de imobilização de carga que devem ser fixados durante as operações de carga, é devidamente empregado (de acordo com o plano de imobilização, se disponível)
10. assegurar que o veículo é devidamente selado, se e quando aplicável
11. assegurar que todo o equipamento de amarração é devidamente utilizado (de acordo com o plano de imobilização, se disponível)
12. fecho do veículo, se aplicável

Responsabilidades/ações relacionadas com a condução:

1. realizar uma inspeção visual do exterior do veículo e da carga, caso seja acessível, para verificar situações evidentes de falta de segurança
2. assegurar que todos os certificados/marcações das peças do veículo utilizadas para a imobilização da carga podem ser disponibilizados, se necessário
3. efetuar, tanto quanto possível, verificações regulares da imobilização da carga durante o trajeto

1.4. PARÂMETROS FÍSICOS

A conceção dos dispositivos de imobilização de carga deve basear-se em:

- Acelerações,
- Fatores de atrito,
- Fatores de segurança,
- Métodos de ensaio.

Estes parâmetros e métodos são abordados e descritos na norma europeia EN 12195-1.

A soma dos efeitos de travamento, bloqueio, amarração direta e amarração por atrito pode ser utilizada para impedir que a carga se mova, deslize, incline, rode, se desloque, se deforme consideravelmente ou gire (em torno de qualquer eixo vertical).

A fim de simplificar a ação dos motoristas, dos carregadores e do pessoal competente, os dispositivos de imobilização da carga podem ser concebidos de acordo com o Guia Rápido sobre Amarrações (ver anexo). O número, o tipo e o método de amarração e os dispositivos de imobilização de carga podem ser diferentes desde que estejam em conformidade com as normas.

O dispositivo de imobilização de carga deve ser capaz de suportar...

... 0,8 of the cargo weight forwards

... 0,5 of the cargo weight sideways and towards the rear

... 0,6 of the cargo weight sideways if there is risk of the load tipping

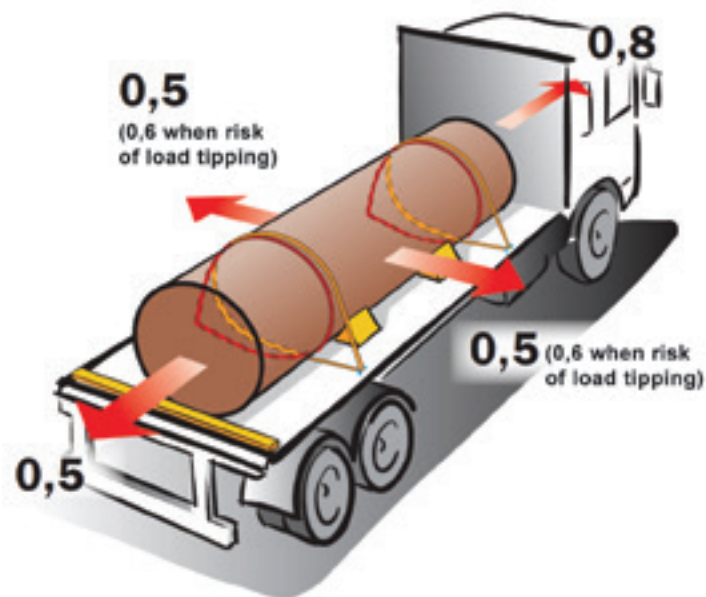


Figura 1: Forças mássicas durante o transporte rodoviário

Atrito:

As forças de atrito máximas são o resultado da força de contacto entre dois objetos multiplicada pelo coeficiente de atrito.

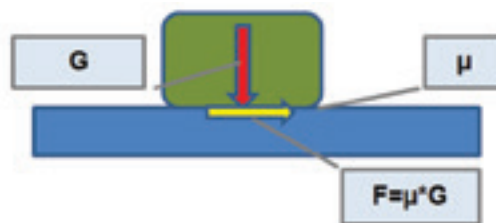


Figura 2: Força de atrito

Nota: Se a força de contacto «G» entre os dois objetos for reduzida, a força de atrito também será reduzida. Caso a força entre os dois elementos seja igual a 0, a força de atrito será nula. As vibrações verticais podem reduzir a força vertical entre a carga e a plataforma de carga!



Figura 3: Vibrações verticais durante a condução

1.5. DISTRIBUIÇÃO DA CARGA

Quando determinada carga é colocada num veículo, as dimensões, os pesos brutos e por eixo máximos autorizados não devem ser excedidos. As cargas mínimas por eixo devem ser igualmente consideradas para garantir estabilidade, direção e travagem adequadas, previstas quer pela legislação quer pelo fabricante do veículo.

As unidades de transporte são particularmente sensíveis à posição do centro de gravidade da carga, devido a cargas por eixo especificadas para manter a capacidade de direção e de travagem. Estes veículos podem estar equipados de diagramas específicos (ver exemplos apresentados abaixo, Figura 4 e Figura 5), que indicam a carga útil admissível em função da posição longitudinal do seu centro de gravidade. Normalmente, a carga útil máxima só pode ser utilizada quando o centro de gravidade se situa dentro de limites estreitos, que correspondem aproximadamente a metade do comprimento do espaço de carga.

O fabricante do veículo ou da carroçaria deve disponibilizar diagramas de distribuição de carga. Estes podem igualmente ser calculados posteriormente com a geometria do veículo, todas as cargas por eixo mínimas e máximas do veículo, a distribuição da tara sobre os diferentes eixos, bem como com a carga útil máxima, quer introduzindo dados numa folha de cálculo ou recorrendo a programas informáticos simples. Tais programas encontram-se disponíveis na Internet a preços muito acessíveis ou mesmo gratuitamente.

A distribuição de carga segundo o diagrama de distribuição de carga em veículos ajudará a não exceder as cargas máximas admissíveis por eixo do veículo.

Exemplos de diagrama de distribuição de carga de um camião típico de 18 toneladas e 2 eixos:

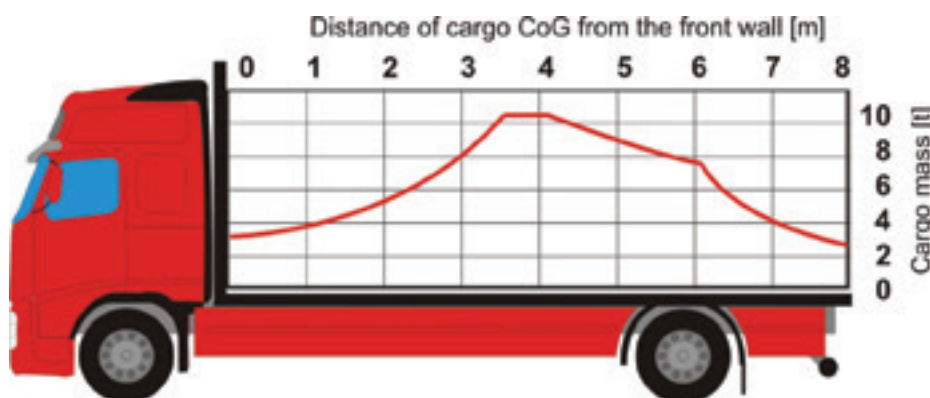


Figura 4: Diagrama de distribuição de carga para um camião de dois eixos

Exemplo de um diagrama de distribuição de carga de um semirreboque típico de 13,6 m:

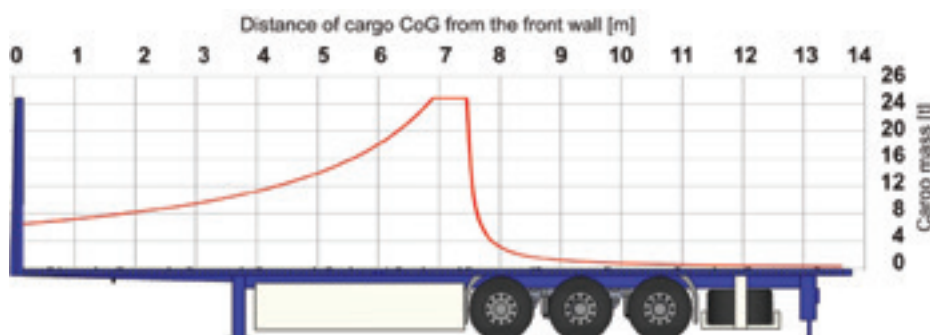


Figura 5: Diagrama de distribuição de carga para um semirreboque de 3 eixos

1.6. EQUIPAMENTO DO VEÍCULO

É necessário ter em consideração que quaisquer acessórios ou equipamentos transportados, de forma permanente ou temporária, pelo veículo são também considerados parte da carga. Os danos que uma perna de aterragem mal segura pode provocar se se distender enquanto o veículo se encontra em movimento são enormes, como algumas experiências fatais comprovaram.

Os equipamentos soltos, tais como cintas, cabos, coberturas, etc., devem igualmente ser transportados de modo a não constituírem perigo para os outros utentes das vias. Uma boa prática consiste em ter um compartimento separado onde possam ser armazenados em segurança estes elementos quando não estão a ser utilizados. No entanto, se forem mantidos na cabina do motorista, devem ser devidamente arrumados de modo a que não possam interferir com quaisquer controlos do motorista.

2. Estrutura do veículo

As normas europeias EN 12640, EN 12641, EN 12642 e EN 283 preveem requisitos relativos à estrutura do veículo e aos pontos de amarração das unidades de transporte de carga (UTC), aos veículos e às caixas móveis, tal como descrito abaixo.

A quantidade de dispositivos de imobilização de carga nas diferentes UTC depende do tipo de carga, bem como da resistência dos taipais laterais, do painel de proteção da cabina e do taipal traseiro.

Comparação dos requisitos relativos à resistência dos taipais laterais, do painel de proteção da cabina e do taipal traseiro da UTC.




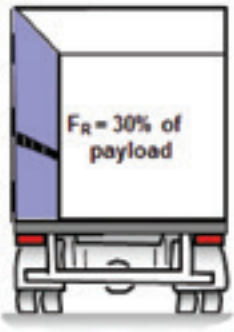
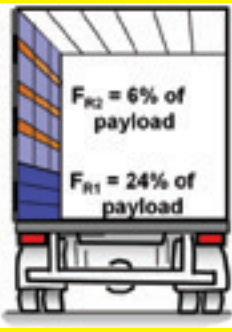
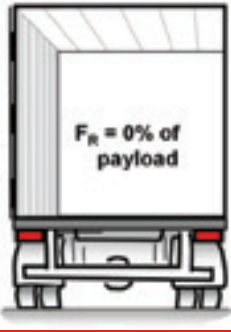
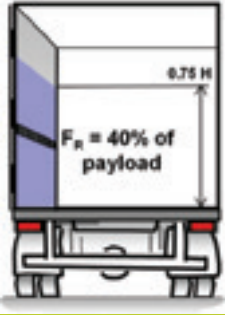
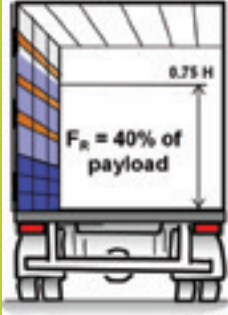
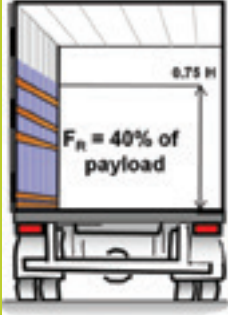
| | VEÍCULO DE TIPO CAIXA | VEÍCULO COM COBERTURA RÍGIDA/NÃO RÍGIDA (TAIPAIS LATERAIS COM DOBRADIÇAS) | VEÍCULO COM CORTINAS LATERAIS |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| |  |  |  |
| EN 12642 L |  |  |  |
| | Painel de proteção da cabina: $F_R = 40\%$ da carga útil P, máximo 5 000 daN Taipal traseiro: $F_R = 25\%$ da carga útil P, máximo 3 100 daN | | |
| EN 12642 XL |  |  |  |
| | Painel de proteção da cabina: $F_R = 50\%$ da carga útil P Taipal traseiro: $F_R = 30\%$ da carga útil P | | |

Figura 6: Requisitos de resistência das diferentes unidades de transporte de carga (UTC)

Os tipos de veículo assinalados a verde têm taipais laterais resistentes; os assinalados a amarelo têm taipais laterais destinados unicamente ao bloqueio na base; e os taipais laterais dos veículos

assinalados a vermelho são considerados unicamente como proteção contra as intempéries. A utilização prática das diferentes resistências é descrita abaixo.

É necessário ter em atenção que, se os taipais laterais são utilizados para o bloqueio da carga, é importante que o tipo e o número de ripas estejam conformes com o certificado de ensaio. As ripas devem ser colocadas de forma a que o peso da carga seja distribuído nas partes de suporte de carga dos taipais laterais; coberturas, viga do tejadilho e piso.

2.1. TAIPAIS LATERAIS

Os veículos estão agrupados nas seguintes categorias em função da resistência dos taipais laterais:

- EN 12642 XL com resistência de 40 % da carga útil (0,4 P)
- EN L 12642 L com resistência de 30 % da carga útil (0,3 P)
- Sem resistência; 0 % da carga útil

Taipais laterais – EN 12642 XL

Se forem construídos de acordo com a norma EN 12642 XL, os taipais laterais são ensaiados de modo a que possam aguentar uma força correspondente a 40 % da carga útil (0,4 P), distribuída uniformemente ao longo do comprimento e a, pelo menos, 75 % da altura interna do taipal lateral. A aceleração lateral de projeto é de 0,5 g. Assim, se o fator de atrito for de pelo menos 0,1, os taipais laterais serão suficientemente fortes para suportar as forças laterais de toda a carga útil.

Taipais laterais – EN 12642 L

Se forem construídos de acordo com a norma EN 12642 L, os taipais laterais de um reboque de tipo caixa são ensaiados de modo a que possam aguentar uma força correspondente a 30 % da carga útil (0,3 P), distribuída uniformemente ao longo do comprimento e da altura do taipal lateral. A aceleração lateral de projeto é de 0,5 g. Assim, se o fator de atrito for de pelo menos 0,2, os taipais laterais serão suficientemente fortes para suportar as forças laterais de toda a carga útil.

***É necessário ter em atenção que** os taipais laterais de um veículo com cortinas laterais construído de acordo com a norma EN 12642 L são considerados unicamente como proteção contra as intempéries.*

Taipais laterais – sem resistência

Quando a carga é transportada numa unidade de transporte de carga sem paredes laterais fortes, o peso total da carga deve ser devidamente imobilizado com amarrações a fim de evitar movimentos laterais, conforme explicado no Guia Rápido sobre Amarrações.

2.2. PAINEL DE PROTEÇÃO DA CABINA

O painel de proteção da cabina pode oferecer as seguintes resistências:

- EN 12642 XL, com resistência de 50 % da carga útil (0,5 P)
- EN 12642 L, com resistência de 40 % da carga útil (0,4 P), máximo 5 000 daN
- UTC não marcada ou carga não arrumada devidamente contra o painel de proteção da cabina: 0 % da carga útil.

Os fatores de atrito são calculados de acordo com a norma EN 12195-1:2010.

Painel de proteção da cabina – EN 12642 XL

Se o painel de proteção da cabina for construído de acordo com a norma EN 12642 XL, é capaz de suportar uma força correspondente a 50 % da carga útil (0,5 P). A aceleração para a frente de projeto é de 0,8 g. Assim, se o fator de atrito for de pelo menos 0,3, o painel de proteção da cabina será suficientemente forte para suportar as forças para a frente de toda a carga útil.

Painel de proteção da cabina – EN 12642 L

Os painéis de proteção da cabina construídos de acordo com a norma EN 12642 L são capazes de suportar uma força correspondente a 40 % da carga útil dos veículos (0,4 P). No entanto, para os veículos cuja carga útil seja superior a 12,5 toneladas, a resistência exigida é limitada a uma força de 5 000 daN. No que diz respeito a este limite, o quadro 1 indica para diferentes fatores de atrito o peso da carga, em toneladas, que pode ser travado contra um painel de proteção da cabina com uma resistência limitada de 5000 daN. Se a massa da carga superar o valor indicado na tabela, será necessário recorrer a dispositivos de imobilização adicionais.

| Fator de atrito μ | Massa da carga que pode ser travada para a frente contra o painel de proteção da cabina (em toneladas) |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,15 | 7,8 |
| 0,20 | 8,4 |
| 0,25 | 9,2 |
| 0,30 | 10,1 |
| 0,35 | 11,3 |
| 0,40 | 12,7 |
| 0,45 | 14,5 |
| 0,50 | 16,9 |
| 0,55 | 20,3 |
| 0,60 | 25,4 |

Quadro 1:

Painel de proteção da cabina – sem resistência

Quando a carga é transportada numa unidade de transporte de carga com um painel de proteção da cabina sem resistência ou quando não é devidamente arrumada contra o painel de proteção da cabina, todo o peso da carga deve ser devidamente imobilizado com amarrações a fim de evitar movimentos para a frente, conforme explicado no Guia Rápido sobre Amarrações.

2.3. TAIPAL TRASEIRO

O taipal traseiro pode oferecer as seguintes resistências:

- EN 12642 XL, com resistência de 30 % da carga útil (0,3 P)
- EN 12642 L, com resistência de 25 % da carga útil (0,25 P), máximo 3 100 daN
- UTC não marcada ou carga não devidamente arrumada contra o taipal traseiro: 0 % da carga útil.

Os fatores de atrito são calculados de acordo com a norma EN 12195-1:2010.

Taipa! traseiro – EN 12642 XL

Se o taipa! traseiro for construído de acordo com a norma EN 12642 XL é capaz de suportar uma força correspondente a 30 % da carga útil (0,3 P). A aceleração para trás de projeto é de 0,5 g. Assim, se o fator de atrito for de pelo menos 0,2, o taipa! traseiro será suficientemente forte para suportar as forças para trás de toda a carga útil.

Taipa! traseiro – EN 12642 L

Os taipa! traseiros construídos de acordo com a norma EN 12642 L são capazes de suportar uma força correspondente a 25 % da carga útil dos veículos (0,25 P). No entanto, para os veículos cuja carga útil seja superior a 12,5 toneladas, a resistência exigida é limitada a uma força de 3 100 daN. No que diz respeito a este limite, o quadro 2 indica, para diferentes fatores de atrito, o peso da carga, em toneladas, que pode ser travado contra um taipa! traseiro com uma resistência limitada de 3 100 daN. Se a massa da carga superar o valor indicado na tabela, será necessário recorrer a dispositivos de imobilização adicionais.

| Fator de atrito μ | Massa de carga que pode ser travada para trás contra o taipa! traseiro (em toneladas) |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,15 | 9,0 |
| 0,20 | 10,5 |
| 0,25 | 12,6 |
| 0,30 | 15,8 |
| 0,35 | 21,0 |
| 0,40 | 31,6 |

Quadro 2

Taipa! traseiro – sem resistência

Quando a carga é transportada numa unidade de transporte de carga com um taipa! traseiro sem resistência ou quando não é devidamente arrumada contra o taipa! traseiro, todo o peso da carga deve estar devidamente imobilizado com amarrações a fim de evitar movimentos para trás, em conformidade com o Guia Rápido sobre Amarrações ou com instruções alternativas que garantam um nível equivalente de segurança.

Imobilização contra as portas

Se forem concebidas para proporcionar uma resistência de bloqueio definida, as portas podem ser consideradas um excelente meio de delimitação do espaço de carga, desde que a carga esteja arrumada de forma a evitar impactos contra as portas e a impedir que esta caia aquando da abertura das portas.

2.4. BORDO DO PISO

O bordo do piso é muito útil para impedir que a carga deslize para fora da plataforma em sentido lateral. De acordo com a norma EN 12642:2006, a sua altura deve ser de, pelo menos, 15 mm e suportar uma força de carga útil de 0,4 (P).

2.5. ESCORAS

As escoras são frequentemente muito úteis para a imobilização de carga. Podem ser soldadas na superestrutura do veículo, mas na maioria das vezes são montadas em orifícios específicos da superestrutura. As escoras são utilizadas em ambos os lados do veículo para a imobilização de cargas por

bloqueio em direções transversais (ver capítulo 5). A colocação em linha de alguns postes na direção longitudinal, ao meio da largura da plataforma de carga, é muito útil (por exemplo, para uma combinação de bloqueio e amarração em laço). Em muitos veículos, podem também ser utilizados postes para bloqueio para a frente. Um ou mais postes são colocados imediatamente à frente da carga. Uma cinta pode preferencialmente ser utilizada no topo para suportar os postes.



Figura 7: Escoras utilizadas para bloqueio para a frente

Uma escora pode ser utilizada para bloqueio, um dos métodos de imobilização da carga. A fim de utilizar este método, é recomendável conhecer a capacidade de resistência de um poste. Essa capacidade depende do tipo de carga (carga concentrada, carga distribuída ou mista) e da sua força de alavanca. A capacidade de bloqueio de referência (RBC) numa determinada direção de um poste montado é a carga máxima distribuída de forma uniforme e segura na parte inferior do poste (1 m a contar da base do poste). Isto significa que a capacidade de bloqueio de referência tem em conta a resistência do seu suporte. A capacidade de bloqueio de referência pode ser utilizada para verificar se o poste consegue suportar uma força específica com uma força de alavanca específica. As fórmulas para calcular a força máxima F_{\max} em caso de força distribuída ou de carga concentrada constam da figura 8.

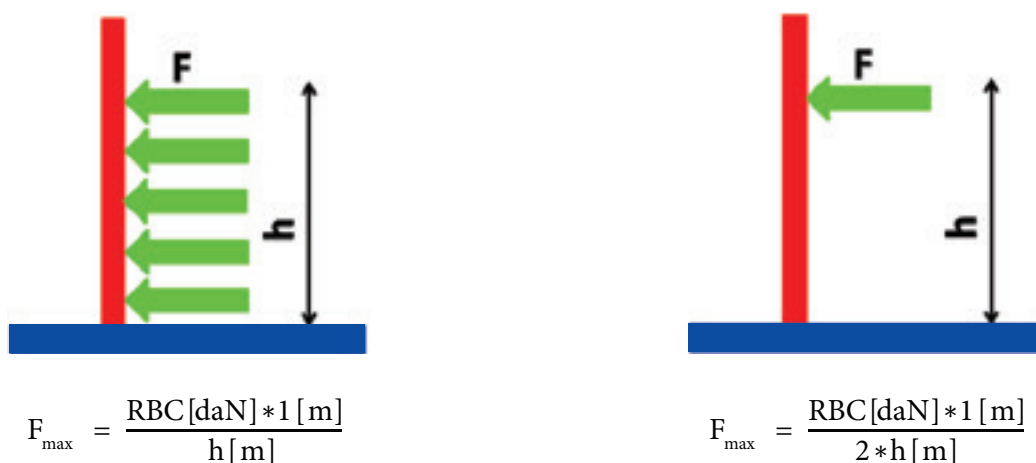


Figura 8: Cálculo da força máxima F_{\max}

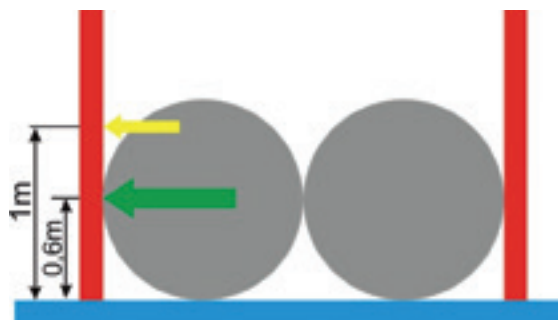
A capacidade de bloqueio de referência das escoras varia entre 250 e 10 000 daN e é muito difícil de calcular, uma vez que depende da resistência do material, das dimensões do seu elemento e da resistência do seu suporte. Por conseguinte, a capacidade de bloqueio de referência deve ser certificada pelo fabricante do veículo. As escoras não devem ser utilizadas noutros veículos que não aquele para o qual foram concebidas e testadas.

A capacidade de bloqueio de referência de uma escora montada não depende da altura desde que o elemento do poste seja o mesmo. Podem ser utilizadas escoras com alturas diferentes e não é necessário qualquer certificado ou teste adicional.

Em alguns casos, as escoras são ligadas (por exemplo, duas escoras, uma em cada lado do veículo, são ligadas no topo por uma corrente). A capacidade de bloqueio total do sistema completo com as duas escoras e a corrente tem de ser testada e não pode ser calculada de acordo com as capacidades de bloqueio de ambos os postes em separado.

Exemplos de cálculo das escoras:

Exemplo 1: Dois tubos com a mesma massa e com um diâmetro de 1,2 m. Existem dois pares de escoras, cada um com uma capacidade de bloqueio de referência de 1 800 daN. Qual é a massa máxima dos tubos que estas escoras podem suportar com esta configuração? Estes tubos usam uma carga concentrada. Por conseguinte, deve ser escolhida a fórmula à direita.



Assim, a força máxima F_{\max} é de 3 000 daN. Tendo em conta que um tubo é uma carga que se encontra em risco de inclinação, o limite aplicável ao movimento lateral é de 0,6 g.

$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 1800 [\text{daN}] \cdot 1 [\text{m}]}{2 \cdot 0,6 [\text{m}]} = 3000 [\text{daN}]$$

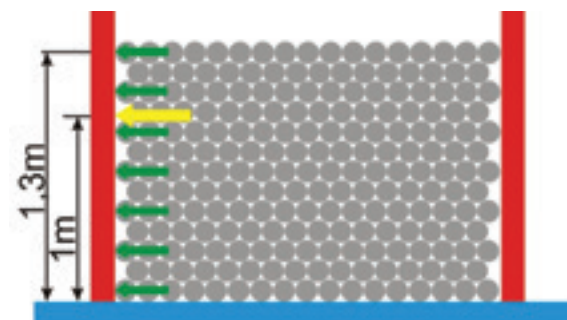
Figura 9: Cálculo da F_{\max}

$$3\,000 / 0,6 = 5\,000$$

De um modo geral, os dois tubos em conjunto podem ter uma massa máxima de 5 toneladas.

Exemplo 2: Vários tubos empilhados a uma altura de 1,3 m.

Existem dois pares de escoras, cada um com uma capacidade de bloqueio de referência de 1 800 daN. Qual é a massa máxima dos tubos que estas escoras podem suportar com esta configuração? Estes tubos aplicam uma carga distribuída e, por conseguinte, deve ser aplicada a fórmula à esquerda.



$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 1800 [\text{daN}] \cdot 1 [\text{m}]}{1,3 [\text{m}]} = 2769 [\text{daN}]$$

Figura 10: Cálculo da F_{\max}

Por conseguinte, a força máxima F_{\max} é de 2 769 daN. Tendo em conta que um tubo é uma carga que se encontra em risco de inclinação, o limite aplicável aos movimentos laterais é de 0,6 g.

$$2\,769 / 0,6 = 4\,615$$

De um modo geral, estes tubos podem ter uma massa máxima de 4,6 toneladas.

2.6. PONTOS DE AMARRAÇÃO



Figura 11: Barra de fixação

Um ponto de amarração é um dispositivo de imobilização específico num veículo ao qual uma amarração, corrente ou cabo de aço poderá ser diretamente ligado. Um ponto de amarração pode ser, por exemplo, uma corrente, um gancho, um anel, um ombro de amarração.

Um ponto de fixação é um termo mais genérico. Os pontos de fixação incluem pontos de amarração, a estrutura da carroçaria do veículo e calhas ou tábuas para a fixação de barras de escora, painéis de bloqueio, etc.

Os pontos de amarração nos porta-cargas devem ser colocados em pares, opostos uns aos outros, ao longo das paredes laterais, com um espaçamento longitudinal de 0,7 a 1,2 m e a um máximo de 0,25 metros do bordo exterior. É preferível utilizar barras com pontos de fixação consecutivos. Cada ponto de amarração deve, em conformidade com a norma EN12640, suportar, pelo menos, as seguintes forças de amarração:

| Massa total do veículo em toneladas | Resistência do ponto de amarração em daN |
|-------------------------------------|------------------------------------------|
| 3,5 a 7,5 | 800 |
| acima de 7,5 a 12,0 | 1 000 |
| superior a 12,0 | 2 000* |

*(normalmente, recomenda-se 4000 daN)

Quadro 3

Considera-se que os pontos de amarração em boas condições num veículo também ele em boas condições cumprem os requisitos mencionados no quadro 3 acima, mesmo que não se encontrem disponíveis certificados.

Na figura seguinte, são apresentados dispositivos de amarração na forma de tensor fixo, bem como ganchos instalados no porta-cargas.

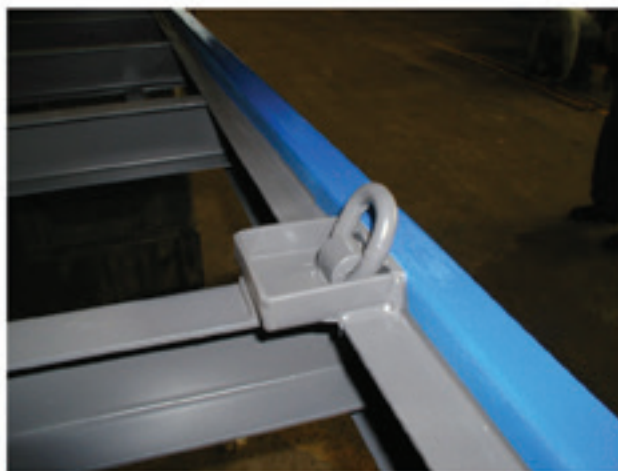
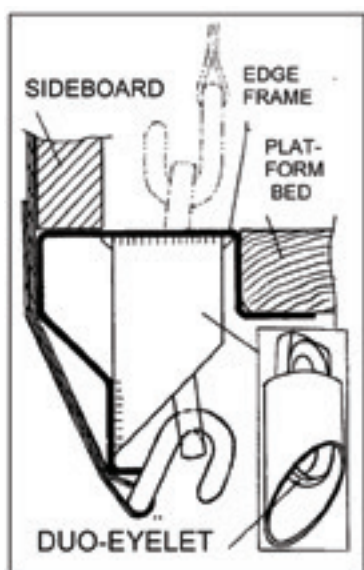


Figura 12: Ilhó de amarração

- Uma carga de tração mais elevada do que os valores indicados no quadro 3 é admissível em todas as direções ou num determinado sentido se o ponto de amarração for certificado de acordo com a norma e se o veículo tiver a marcação adequada.
- A carga admissível num ponto de amarração fixo pode ser significativamente inferior à resistência do ponto de amarração. Quando se utiliza um ponto de amarração, deve-se fazer uma distinção entre um certificado do ponto de amarração e um certificado do ponto de amarração fixo de acordo com a norma EN12640. Alguns pontos de amarração são certificados para efeitos de elevação, mas praticamente não resistem a forças na direção de uma amarração.
- Os pontos de amarração utilizados para a amarração de partes pesadas da carga são motivo de grande preocupação. Em alguns casos, várias correntes ou cintas de amarração são utilizadas para reter uma carga pesada numa direção. Cada corrente ou cinta destinada a reter a carga nessa direção é fixada num ponto de amarração. Na maior parte dos casos, as forças de inércia geram forças desiguais nestes pontos de amarração. É preferível utilizar um único ponto de amarração rígido.
- Em alguns casos, são montados na estrutura da carroçaria pontos de amarração estilo roquete. Estes não cumprem as normas EN12640 ou EN12195-2. Tendo em conta que se encontram disponíveis em diferentes tamanhos e qualidades, desconhece-se a resistência mínima geral. Podem ser utilizados de acordo com as especificações do respetivo certificado de ensaio.

A estrutura da carroçaria do veículo deve ser considerada muito rígida e resistente a forças elevadas. Por conseguinte, em determinados casos, esta estrutura pode ser utilizada para a imobilização de carga em conjunto com o equipamento de fixação adequado, tal como:

- A viga longitudinal, situada à esquerda e direita, por baixo da plataforma de carga da maioria dos veículos, pode ser utilizada para fixar um gancho adequado para amarração de topo e amarrações em laço.
- O número de amarrações presas à viga longitudinal e a respetiva força de amarração total devem ser suficientes para evitar a deformação da carroçaria do veículo.
- As partes estruturais de um reboque com plataforma de carga baixa podem ser utilizadas para fixar correntes de ganchos.

Outros pontos de fixação podem ser utilizados de acordo com as orientações do fabricante e de acordo com as cargas certificadas que os mesmos podem suportar.

- Os orifícios de fixação nas perspetivas laterais (esquerda e direita) da plataforma de carga podem resistir a forças elevadas na maior parte das direções. Se não existirem orientações do fabricante, podem ser carregados 2 orifícios de fixação por metro com as forças indicadas no quadro 3.
- As calhas da plataforma de carga, do tejadilho do veículo e dos taipais laterais podem suportar forças elevadas na direção longitudinal, mas praticamente não resistem a forças transversais à superfície à qual se encontram fixadas. Por conseguinte, não devem ser utilizadas juntamente com amarrações, salvo especificação em contrário do fabricante. Devem ser utilizadas com barras de bloqueio específicas que cumpram as especificações do certificado de ensaio. Os tipos comuns de barras de bloqueio e as suas limitações são descritos no ponto 4.3.



Figura 13: Orifício de fixação na perspetiva lateral

2.7. EQUIPAMENTO ESPECÍFICO

Para alguns tipos de carga, são utilizados veículos construídos para o efeito, incluindo equipamento de imobilização de carga específico. O fabricante deve certificar a resistência do veículo de acordo com a norma EN12642 e o equipamento específico de acordo com a norma EN12195-2 a 4. O veículo e o equipamento em questão devem ser utilizados de acordo com as orientações do fabricante.

No que se refere a transportes especiais, a imobilização da carga pode ser muito complexa e exigir a análise de um perito. A deformação do veículo, da própria carga e do equipamento de imobilização pode gerar forças inesperadas, sobretudo durante as manobras.



Figura 14: Placas de aço transportadas a menos de 45°

2.8. CONTENTORES ISO (ISO 1496-1)

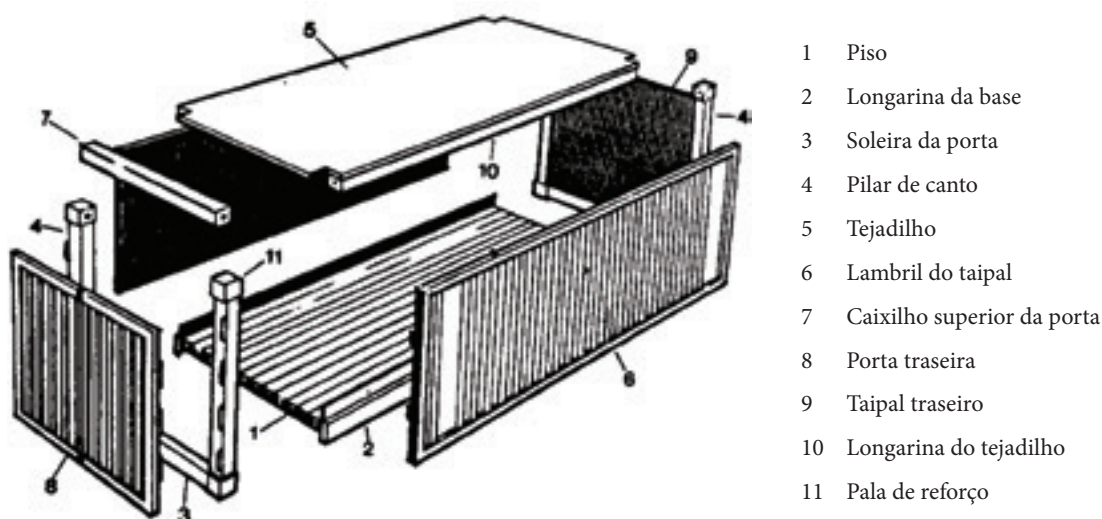


Figura 15: Vista explodida do projeto e da construção do contentor

2.8.1. Taipais traseiros

De acordo com a norma ISO, os taipais frontais e traseiros (portas da retaguarda) devem suportar uma carga interna (força) equivalente a 40 % do peso máximo da carga, distribuída uniformemente ao longo de toda a superfície do taipal traseiro (superfície da porta).

2.8.2. Taipais laterais

Os taipais laterais devem suportar uma carga interna (força) equivalente a 60 % do peso máximo da carga, distribuída uniformemente ao longo de toda a parede.

2.8.3. Pontos de fixação e de amarração

A maioria dos contentores de carga tem um número limitado de anéis e barras de amarração. Quando os anéis de amarração são instalados, a ancoragem da parte inferior tem uma capacidade

de amarração de, pelo menos, 1 000 daN em qualquer direção. Os contentores mais recentes têm, em muitos casos, pontos de ancoragem com uma capacidade de amarração de 2 000 daN. Os pontos de amarração das calhas laterais superiores têm uma capacidade de amarração de, pelo menos, 500 daN.

2.8.4. Fechos rotativos

Os fechos rotativos são bastante conhecidos para fixar um contentor a um porta-contentores. Basicamente, um fecho rotativo é constituído por um pino colocado num orifício presente na carga. É impossível a carga mover-se devido à forma desta ligação. Por razões de segurança, deve utilizar-se sempre um sistema para evitar que o travamento se solte.

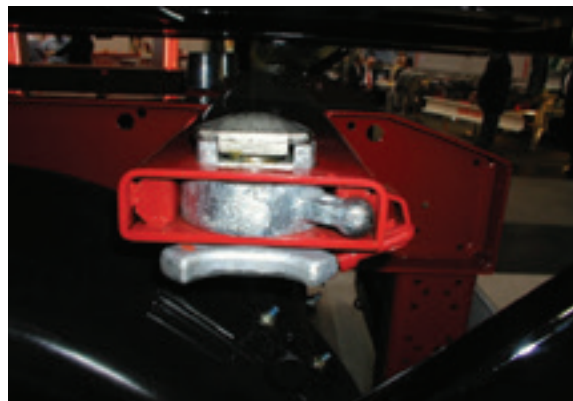


Figura16: Fecho rotativo



Figura17: Fecho rotativo com contentor

Mesmo para os contentores ISO, existem vários modelos disponíveis, quer sejam retráteis ou não retráteis, operados de forma automática ou manual. Os fechos rotativos também podem ser utilizados em outra carga de contentor. Para transporte de engradados com botijas de gás, alguns veículos utilizam fechos rotativos para imobilizar os engradados na plataforma de carga.

2.9. CAIXAS MÓVEIS

Os valores da força de carga relativos às caixas móveis são indicados na norma EN283 e são quase equivalentes aos de uma carroçaria padrão para veículos de transporte especificada na norma EN12642, código L (ver capítulos 2.1 a 2.3 supra).



Figura18: Caixa móvel

3. Acondicionamento

3.1. MATERIAIS DE ACONDICIONAMENTO

A carga a transportar por via rodoviária é muitas vezes embalada. A Convenção CMR não exige que a carga seja acondicionada, mas isenta a transportadora da sua responsabilidade por perda ou dano se a carga não for devidamente acondicionada. Dependendo do tipo do produto e do modo de transporte, o acondicionamento tem como principais funções proteger o produto de intempéries, proteger o produto durante as operações de carga e descarga, impedir que o produto seja danificado e permitir uma imobilização eficiente da carga.

Para produtos de grandes dimensões (por exemplo, máquinas), utiliza-se um tipo de acondicionamento específico. Pode tratar-se de uma plataforma para suportar os produtos e de uma cobertura rígida ou flexível.

Para produtos de menor dimensão, utilizam-se níveis de acondicionamento diferentes:

- O acondicionamento primário é todo aquele que envolve os produtos, como latas, caixas para bolachas, garrafas para bebidas, etc.
- Pode ser utilizado acondicionamento secundário para facilitar o manuseamento e a manipulação: tabuleiros com 12 caixas de bolachas, engradados com 24 garrafas, etc. Os produtos embalados com embalagem secundária são frequentemente denominados «produtos agrupados».
- O acondicionamento terciário, frequentemente denominado acondicionamento no transporte. Este nível de acondicionamento deve permitir uma manipulação e um transporte seguros e fáceis. O acondicionamento no transporte inclui paletes (madeira, plásticos, materiais mistos, etc), separadores (cartão canelado, cartão prensado, folhas antideslizamento, papel revestido, contraplacado, etc), protetores de bordos (cartão ou multimateriais), cintas (PE, PP, PET, fibra de vidro ou aço), películas (cobertura extensível, película extensível, película retrátil), caixas (cartão canelado, plástico, alumínio, madeira ou aço). De igual modo, diferentes tipos de cola e de esteiras são considerados acondicionamento no transporte.

O acondicionamento no transporte deve resistir às forças externas exercidas sobre a unidade de carga. A intensidade, o local e a duração destas forças dependem do método de imobilização da carga utilizado. Significa isto que a rigidez do acondicionamento no transporte tem um forte impacto no método de imobilização de carga recomendado. Se o acondicionamento no transporte não for suficientemente resistente para manter a unidade de carga em condições e protegida dos impactos que ocorrem durante o transporte, deve recorrer-se ao método de «bloqueio geral».

A rigidez de uma unidade de carga depende fortemente de todos os níveis do acondicionamento: o acondicionamento secundário, o acondicionamento primário e o próprio produto podem influenciar o comportamento de uma unidade de carga (por exemplo, uma unidade de carga de garrafas em PET comporta-se de forma muito mais flexível se as garrafas contiverem água sem gás em vez de água gaseificada). No entanto, considera-se que o acondicionamento no transporte torna uma unidade de carga mais rígida. O acondicionamento no transporte tipo caixa é concebido para resistir a forças horizontais específicas, conforme especificado pelo fabricante. A correta aplicação das cintas e/ou de película pode tornar mais rígida a maioria das unidades de carga.

São descritos a seguir determinados materiais utilizados para acondicionamento no transporte que podem ajudar a tornar mais rígida uma unidade de carga.

3.1.1. *Película retrátil*

A película retrátil é um tipo especial de película bastante espessa que se encontra disponível em tubos ou como película lisa num rolo. Um tubo maior do que a unidade de carga a embalar é passado sobre a unidade. A unidade de carga pode ser envolta em película lisa. A película enrolada numa unidade de carga é frequentemente aquecida por meio de ar quente. Este tipo específico de película irá retrair em torno da unidade de carga. Quando corretamente utilizada, a película retrátil pode ser muito eficaz para tornar uma unidade de carga mais rígida. É frequentemente utilizada em tijolos, em algumas embalagens de fertilizantes, etc. A utilização de película retrátil na Europa está a diminuir, sobretudo devido a custos relativamente elevados e ao risco de incêndio durante a sua utilização. A principal vantagem de uma película retrátil é a possibilidade de ser aplicada manualmente e retraída mediante a utilização de um simples queimador a gás.

3.1.2. *Coberturas extensíveis*

Uma cobertura extensível é constituída por material de película que retrai após ser esticado. É utilizada como tubo menor do que a unidade de carga. Uma máquina específica deve ser utilizada para esticar o tubo e passá-lo sobre a unidade de carga. Este conceito foi desenvolvido como proteção das unidades de carga contra as intempéries, podendo ser aplicado automaticamente com elevada rapidez. A aplicação manual não é possível, uma vez que as forças utilizadas para esticar a película são demasiado elevadas. Uma cobertura extensível pode perfeitamente tornar uma unidade de carga mais rígida caso seja devidamente concebida e aplicada. Para produtos em camadas, a cobertura extensível deve ser esticada no sentido vertical durante a aplicação. As principais vantagens incluem aplicação automática, elevada rapidez, proteção ideal contra as intempéries e um custo mais baixo em relação às coberturas retráteis. A principal desvantagem é a sua reduzida flexibilidade: unidades de carga com diferentes dimensões requerem uma cobertura com a dimensão adequada e com parâmetros de aplicação específicos. Uma cobertura que seja alguns centímetros maior do que o tamanho ideal praticamente não torna a unidade de carga mais rígida.

3.1.3. *Película extensível*

A película extensível é uma película muito fina (10 a 30 microns) normalmente disponível em bobinas de 50 cm de largura. A unidade de carga é envolta com película através de uma máquina que a estica em 2 fases. A primeira fase é realizada entre dois rolos na máquina de embalar; a segunda fase é realizada entre o segundo rolo e a unidade de carga. Para além da primeira e da segunda fases, muitos mais parâmetros são importantes para obter uma unidade de carga rígida, tais como: a sobreposição, o número de voltas em função da altura, a velocidade de embalamento, o número de cabos e o tipo de película. A película extensível pode tornar rígidos quase todos os tipos de unidades de carga se forem escolhidos os parâmetros mais adequados. O facto de a aplicação manual não ser possível, de uma proteção perfeita contra intempéries ser impossível e de os parâmetros necessários poderem ser consideravelmente diferentes em função de pequenas alterações dos produtos embalados constituem as principais desvantagens.

3.1.4. *Película previamente esticada*

A película previamente esticada é o tipo de película mais frequentemente utilizado para acondicionamento no



Figura 19: imobilização de carga insuficiente apenas por meio de película extensível

transporte. É sobretudo vendida em bobinas de 50 cm de largura e é bastante semelhante à película extensível esticada entre dois rolos. A unidade de carga é envolta manualmente com película ou através de uma simples máquina de embalar. Quando a película é aplicada manualmente, fica a faltar a segunda fase: não existe praticamente tensão alguma entre a carga e a película. Isto pode impedir a queda de pilhas de produtos, mas não impede que as camadas deslizem. Por conseguinte, a película previamente esticada não deve ser utilizada para tornar manualmente rígidas as unidades de carga.

3.1.5. Cintas

As cintas são bem conhecidas e são fabricadas em PP, PET, PE, aço ou materiais reforçados com fibra de vidro. Podem ser aplicadas manual ou automaticamente num plano horizontal ou vertical em torno da unidade de carga. O efeito das cintas depende fortemente dos produtos que se pretende tornar rígidos. São muito úteis para impedir a inclinação de partes da carga. Podem impedir o deslizamento ao empurrar as camadas umas contra as outras, aumentando assim o atrito. No entanto, as cintas devem ser devidamente esticadas. Em muitos casos, as cintas tendem a danificar os produtos, a menos que seja aplicada uma proteção para os cantos. A principal vantagem das cintas é o seu custo muito reduzido; a principal desvantagem das cintas em PP, PET e PE é a sua tendência para perder a tensão ao longo do tempo. Deverá existir especial cuidado para evitar situações de perigo aquando do corte das cintas.

3.1.6. Redes

As redes podem ser utilizadas para manter produtos numa palete. A principal vantagem de uma rede, em comparação com a película e as cintas, é o facto de a mesma poder ser aberta para retirar ou adicionar produtos e, em seguida, facilmente fechada. Apesar de existirem alguns sistemas inteligentes para esticar a rede em torno do produto e fixar os produtos numa palete, é praticamente impossível evitar a deformação da carga durante o transporte rodoviário devido às forças de inércia. Com exceção da combinação de uma rede específica para uma categoria específica de produtos, não se pode considerar que uma rede seja uma solução adequada para o acondicionamento no transporte.

3.2. MÉTODOS DE ACONDICIONAMENTO

No contexto da imobilização de carga e da rigidez das unidades de carga, são utilizados dois métodos de acondicionamento básicos para evitar a deformação excessiva das unidades de carga: embalagem com base na forma e embalagem com base na força. O acondicionamento com base na forma é normalmente preferível por razões de segurança, mas nem sempre é economicamente viável.

3.2.1. Acondicionamento no transporte com base na forma

Os produtos são colocados num tipo de contentor rígido. Caso existam folgas, estas devem ser preenchidas a fim de evitar o movimento dos produtos no interior do contentor. Os taipais do contentor podem ser fechados ou ter uma estrutura aberta. Os taipais podem ser fixos ou rebatíveis. Os contentores de aço são muitas vezes concebidos para transportar tipos específicos de produtos (por exemplo, na indústria automóvel). As paletes-caixas de plástico são a combinação de uma palete e de uma caixa. É frequentemente utilizada uma caixa ondulada retangular, hexagonal ou octogonal fixada a uma palete de madeira ou de plástico. Os contentores com rodas são utilizados na distribuição e em diversos setores industriais e podem ter rodas giratórias ou fixas.

Os fabricantes deste acondicionamento no transporte de tipo caixa devem especificar a força estática máxima horizontal, segura e distribuída, que os taipais da caixa conseguem suportar sem qualquer outro apoio. Desde que a força real exercida sobre os taipais da caixa - resultante das forças de inércia máximas durante o transporte - seja inferior a esta força máxima segura, a caixa pode ser imobilizada da mesma maneira que os outros contentores rígidos.

Em muitos casos, são evitados quaisquer movimentos de produtos no interior do contentor a fim de prevenir danos no produto. No entanto, mesmo que não se esperem danos no produto, devem ser evitados quaisquer movimentos de produtos no interior do contentor por motivos de segurança do transporte. A energia cinética gerada durante o movimento pode resultar numa força de impacto elevada sobre a parede do contentor. Mesmo que o contentor resista a esta força, esta pode comprometer a estabilidade do veículo.

3.2.2. Acondicionamento no transporte com base na força

O acondicionamento através de película e/ou de cintas é considerada uma embalagem com base na força, mesmo que outros efeitos possam contribuir para o seu reforço.

Quando sujeito a forças de inércia horizontais, um produto tende a deslizar e a inclinar. Muitas vezes são colocadas numa paleta várias camadas de produtos agrupados ou de sacos. Neste caso, podem ocorrer vários tipos de falhas e o acondicionamento no transporte deve gerar as forças necessárias para evitar tais falhas.

- deslizamento de todas as camadas sobre a paleta: pode ser evitado aumentando o atrito entre a paleta e a carga e/ou utilizando uma película adequada na parte superior da paleta e na parte inferior da carga. Em alguns casos, utilizam-se barris para evitar o deslizamento da carga (por exemplo, engradados com cerveja em paletes de plástico ou de madeira) ou uma paleta (transformando, assim, o acondicionamento com base na força num acondicionamento com base na forma). Impedir o deslizamento de carga mediante a utilização de película é algo praticamente impossível, se o atrito entre a paleta e a carga for reduzido (e se a paleta estiver sobredimensionada em relação à carga).
- o deslizamento entre camadas pode ser evitado aumentando o atrito, mediante a utilização de uma película adequada e aplicando cola entre as camadas. As camadas podem ser encaixadas noutras camadas (por exemplo, o caso dos engradados de bebidas). Encontram-se disponíveis no mercado separadores de elevado atrito. É necessário ter em atenção que as camadas não tratadas de cartão canelado ou prensado tendem a aumentar o risco de deslizamento.
- elevação de uma ou mais camadas. Se o deslizamento enquanto tal for evitado, uma ou mais camadas podem inclinar-se em torno de um dos bordos inferiores da camada. Como resultado deste efeito de elevação da carga, o atrito entre camadas é nulo e alguns sistemas de encaixe soltam-se, ainda assim, levando a uma deformação quase ilimitada da unidade de carga. A elevação da carga pode ser evitada recorrendo a cintas ou a uma película devidamente aplicada.
- Mesmo que o deslizamento e a inclinação sejam evitados, a tendência para a carga deslizar e inclinar continuará a existir. Isto pode gerar elevadas forças de compressão verticais em algumas zonas da carga, resultando numa queda repentina do próprio produto ou no colapso do acondicionamento primário ou secundário. Esta falha só pode ser evitada por meio de uma alteração do acondicionamento primário e/ou secundário. É importante ter em atenção que a amarração de topo (ver capítulo 5) irá aumentar o risco de colapso.

- Inclinação na camada: todos os produtos numa camada tendem a inclinar simultaneamente na mesma direção. A superfície de apoio da camada aumenta ligeiramente. Significa isto que a falha pode ser evitada por forças de tração adequadas em torno da camada. Se o acondicionamento secundário for suficientemente rígido, estas forças de tração poderão ser criadas por películas ou cintas devidamente esticadas. No entanto, o melhor método consiste em modificar o padrão de empilhamento ou o acondicionamento primário ou secundário.
- Rotura: é evidente que as forças de inércia são proporcionais à massa dos produtos a reter. Quanto mais baixa for a posição numa paleta, mais elevadas são as forças de inércia na parte mais alta. Por outro lado, as forças de retenção da película de acondicionamento também são normalmente mais elevadas na parte inferior da paleta. Se a força de retenção do acondicionamento não for proporcional às forças de inércia, a carga da paleta pode dividir-se em duas partes. Isto pode ser evitado ao aumentar a qualidade do acondicionamento nessa zona (aumento da tensão da película e/ou do atrito).

Pequenas alterações do acondicionamento primário, secundário ou do acondicionamento no transporte podem originar outro tipo de falha. A fim de evitar todas estas falhas, podem ser aplicadas forças à carga por meio de películas e/ou cintas:

- As forças descendentes aumentam as forças de contacto entre camadas e entre a camada inferior e a paleta. Estas forças de contacto são proporcionais ao atrito num plano horizontal.
- A força circunferencial a uma altura específica impede o aumento da superfície de apoio a essa mesma altura.
- Teoricamente, os movimentos relativos de camadas podem também ser impedidos meramente através das forças da película.

Uma vez que o atrito entre camadas e entre produtos individuais ou agrupados não é conhecido e é afetado por deformações locais dos materiais, e uma vez que os efeitos dinâmicos em cargas deformáveis são bastante complexos, não é possível calcular as forças da interação necessária entre a película/cintas e a carga. A rigidez de uma unidade de carga específica não pode ser estimada através de inspeção (visual) nem através de medição das forças do acondicionamento no transporte.

3.3. MÉTODOS DE ENSAIO DO ACONDICIONAMENTO

A rigidez de uma unidade de carga pode ser testada através da realização de um ensaio. Uma vez que todas as unidades de carga tendem a deformar-se, o nível de deformação aceitável foi descrito em pormenor nas normas de acondicionamento específicas. É igualmente descrito, detalhadamente, o método para quantificar diferentes tipos de deformação. A deformação mais importante é medida num plano paralelo à plataforma de carga e calculada enquanto percentagem da altura da unidade de carga (quando imobilizada num piso horizontal). Esta deformação elástica deve ser inferior a 10 %; após o ensaio, esta deformação permanente deve ser inferior a 6 cm e inferior a 5 %. Os produtos, bem como o acondicionamento primário e secundário, não devem apresentar quaisquer deformações ou danos permanentes.

Pode ser utilizado qualquer um dos seguintes três métodos de ensaio:

- Num teste de inclinação, a plataforma de carga inclina. Um ângulo de inclinação de 26,6° corresponde a uma força de inércia de 0,5 g e um ângulo de inclinação de 38,7° corresponde a 0,8 g (abordagem estática simples de acordo com a norma EN12195-1).

- Um teste de aceleração a nível da paleta aplica forças de inércia durante pelo menos 0,3 s. Uma duração mais curta das forças de inércia pode não resultar na deformação máxima no estado estacionário da unidade de carga deformável. A fim de incluir os efeitos dinâmicos no teste, a aceleração deve ser aplicada num intervalo de tempo de 0,05 s (abordagem dinâmica de acordo com a norma EUMOS 40509).
- Um teste de aceleração a nível do veículo. A unidade de carga é colocada num veículo que é guiado numa curva em S para gerar uma força de inércia de 0,5 g, incluindo os efeitos dinâmicos. É efetuada uma travagem de emergência para gerar uma força de inércia de 0,8 g. Os requisitos mais pormenorizados e o método de medição são descritos na norma europeia (abordagem dinâmica de acordo com a norma EN12642).

4. Equipamento de imobilização

4.1. AMARRAÇÕES

Nos transportes rodoviários, as cintas de amarração ou correntes são as mais frequentemente utilizadas. Os cabos de aço têm vantagens para tipos de carga específicos.

Todos estes tipos de amarrações só podem transferir forças de tração. A força de tensão máxima admissível é expressa em CA, ou seja, capacidade de amarração. Esta constitui uma porção da resistência à rutura e é indicada em unidades de força, ou seja, quilonewtons (kN) ou decanewtons (daN).

4.1.1. Cintas de amarração

A norma EN12195-2 descreve as cintas de amarração de fibras sintéticas. Podem ser fabricadas como um todo ou em duas partes. Na maior parte das vezes, têm um sistema de roquete para esticar a cinta, empurrando ou puxando a pega do roquete. O roquete deve estar sempre bloqueado durante o transporte.



Figura 20: Roquete para cinta de amarração

As extremidades da cinta podem ter diferentes tipos de ganchos ou anéis para prender devidamente a cinta aos pontos de fixação no veículo ou na carga. (imagem)

Devem ser usadas de acordo com as especificações do fabricante. Para a maioria dos tipos de carga, o material das cintas não é importante.

O material da cinta de amarração encontra-se mencionado no rótulo. Outra marcação importante é o valor FTP (Força de Tensão Padrão). Trata-se da força de tensão na cinta após esticar o roquete com uma força manual padrão de 50 daN quando a cinta é esticada de forma linear entre dois pontos. A força de tensão real pode ser diferente da FTP – superior ou inferior.

Outras informações que devem ser mencionadas no rótulo são indicadas na figura 21.

Muitos fabricantes mencionam dois valores para a CA. Apenas o valor mais baixo é definido na norma e deve ser utilizado na fórmula de cálculo indicada no capítulo 6. É praticamente impossível calcular visualmente o valor da FTP e CA de uma cinta de amarração. É por isso que o rótulo é necessário.

Algumas cintas de amarração são concebidas para serem esticadas por um guincho fixado ao veículo, na maioria das vezes por baixo da plataforma de carga.



Figura 21: Rótulo da cinta de amarração

Deve ser prestada especial atenção a fim de evitar danos na cinta de amarração e no seu rótulo. Uma cinta de amarração esticada pode ser facilmente cortada por extremidades cortantes do veículo ou da carga. Os bordos de perfis ou placas de aço, os bordos cortantes de betão, os bordos lisos de certos engradados de plástico rígido e afins não devem estar em contacto direto com uma cinta de amarração. Encontram-se disponíveis no mercado mangas de proteção concebidas para deslizarem sobre a cinta e serem posicionadas sobre os bordos cortantes. Como alternativa, podem ser utilizados protetores para cantos.

É possível medir a tensão real (FT) de uma cinta. Algumas cintas são vendidas com um indicador de tensão incorporado que permite calcular aproximadamente a força de tensão real. Encontram-se igualmente disponíveis instrumentos de medição manuais para cintas com uma largura de ± 50 mm, que permitem medir a força de tensão real com uma precisão superior a 50 daN (Figura 23). O instrumento de medição manual pode ser montado sobre uma amarração em tensão para efeitos de medição. Encontra-se igualmente disponível uma versão eletrónica e mais precisa deste instrumento de medição. Podem também ser usadas células de carga padrão para verificar as forças de tensão reais, mas só podem ser montadas em conjunto com a amarração.



Figura 22: Proteção em bordos cortantes



Figura 23: Dispositivo para medir a força de tensão

As empresas de transportes profissionais utilizam com mais frequência cintas de amarração em PES com uma largura de 50 mm, com uma FTP compreendida entre 250 e 500 daN e uma AC compreendida entre 1 600 e 2 000 daN. A tensão real de uma amarração esticada com um roquete varia entre 0 e 600 daN. Encontram-se disponíveis cintas de amarração com FTP de 1 000 daN e CA de 10 000 daN, mas raramente são utilizadas.

Para efeitos de cálculo, a tensão real (FT) deve ser medida no lado do tensor.

4.1.2. Correntes



A norma EN12195-3 descreve as correntes que podem ser utilizadas para imobilizar carga para transporte rodoviário. Estas correntes são normalmente correntes de elo

curto com ganchos ou anéis específicos a fixar ao veículo e/ou à carga. A principal diferença relativamente às correntes de elevação é o tensor. O tensor pode ser uma parte não amovível da corrente (ver imagem) ou um dispositivo separado que é fixado algures ao longo da corrente, que deve estar esticada (ver imagem). Encontram-se disponíveis no mercado vários tensores, tais como roquetes e esticadores. A norma EN12195-3 especifica que os tensores devem ter mecanismos que evitem desprendimentos. São proibidos tensores que possuam uma folga superior a 150 mm após serem esticados.

| Diâmetro nominal da corrente (em mm) | Capacidade de amarração máxima (em daN) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| 6 | 2 200 |
| 7 | 3 000 |
| 8 | 4 000 |
| 9 | 5 000 |
| 10 | 6 300 |
| 11 | 7 500 |
| 13 | 10 000 |
| 16 | 16 000 |
| 18 | 20 000 |
| 20 | 25 000 |
| 22 | 30 000 |

Quadro 4:

As correntes devem ter um rótulo que mencione o valor da CA. O valor máximo da CA para a classe 8 é indicado no quadro.

As correntes são bastante adequadas para ligar um ponto de amarração da carga a um ponto de amarração do veículo, de modo a que a corrente não entre em contacto com quaisquer outras partes. Em alguns casos, as correntes entram em contacto com os bordos do veículo ou do produto. Uma vez que não deslizam facilmente sobre os cantos, as correntes podem não estar esticadas ao longo do seu comprimento. Pode ser útil um dispositivo específico para melhorar o deslizamento de uma corrente sobre um canto.

As correntes e os diferentes tipos de ganchos devem ser utilizados de acordo com as especificações do fabricante. Um gancho aberto deve ser fixado a um anel concebido para tal e nunca a um elo convencional de uma corrente. Um gancho de redução deve ser preso a um elo de uma corrente.

As correntes danificadas não devem ser utilizadas e devem ser retiradas de circulação. De igual modo, a resistência de uma corrente gasta é pouco fiável. Regra geral, uma corrente é considerada gasta assim que o seu comprimento for mais de 3 % superior ao seu comprimento teórico.

4.1.3. Cabos de aço

A norma EN12195-4 descreve os cabos de aço que podem ser utilizados para amarração. Os cabos de aço são esticados por meio de tensores de tipo guincho fixados no veículo, por tensores de tipo roquete separados ou por cintas de amarração curtas com um esticador de roquete. Os cabos de aço são especialmente adequados para imobilizar tapetes de aço. O valor da CA de cabos de aço é indicado pelo fabricante.



Figura 24: Cabos de aço esticados por um guincho

4.2. EQUIPAMENTO PARA AUMENTO DE ATRITO

Podem ser usados materiais de atrito elevado para aumentar o atrito entre a base da plataforma e a carga, bem como entre as camadas da carga quando necessário. Existem diferentes tipos de

materiais de atrito elevado, por exemplo revestimentos, carpetes, tapetes de borracha e folhas de papel (folhas antiderrapantes) cobertos com materiais de atrito. Estes materiais podem ser utilizados em conjunto com outros sistemas de imobilização. O equipamento para aumento de atrito pode estar solto, fixado à plataforma, integrado na carga ou fixado à unidade de carga.

4.2.1. Revestimento

Na maioria das vezes é aplicado um revestimento à plataforma de carga. O fator atrito em conjunto com um material de contacto específico da carga deve ser determinado conforme descrito na norma EN12195-1:2010.

4.2.2. Tapetes antiderrapantes de borracha

Pode ser utilizada borracha vulcanizada ou borracha aglomerada e diferentes tipos de aditivos e/ou reforços. Alguns fabricantes adicionam um granulado colorido específico. A espessura dos tapetes pode variar entre 2 e 30 mm.

Para uma superfície de contacto limpa, molhada ou seca, o fator de atrito de todos estes tipos de tapetes de borracha em conjunto com qualquer outro material é de 0,6. Para uma superfície de contacto com neve, gelo, gordura ou óleo, o fator de atrito é muito menor, tal como descrito na norma EN12195-1:2010. Um fator de atrito superior a 0,6 é aplicável caso tal seja confirmado num certificado de ensaio de acordo com a norma EN12195-1:2010.

Não existem normas gerais sobre as dimensões mínimas dos tapetes de borracha a utilizar. A dimensão e a espessura dos tapetes devem ser devidamente escolhidas a fim de garantir que o peso da carga é totalmente transferido por meio de tapetes de borracha, tendo em conta a compressão dos tapetes sob elevada pressão, a deformação da carga e, eventualmente, a deformação da plataforma de carga. Os tapetes com dimensões inferiores a 10 cm × 10 cm podem tender a enrolar-se sob uma força tangencial e, portanto, não devem ser utilizados.

É necessário ter cuidado aquando da utilização de tapetes de borracha sob bordos cortantes. Devido à pressão de contacto e às vibrações elevadas, alguns tipos de tapetes de borracha podem ser perfurados, reduzindo assim o atrito. Alguns tipos de tapetes de borracha feitos de borracha aglomerada são propensos a este fenómeno. Em contrapartida, a borracha aglomerada é mais adequada em ambientes empoeirados.

4.2.3. Tapetes antiderrapantes (sem borracha)

São igualmente utilizados em tapetes antiderrapantes materiais que não a borracha. O fator de atrito destes materiais deve ser garantido por um certificado de ensaio de acordo com a norma EN12195-1:2010. Estão a ser usados materiais de tipo espuma, os quais são colocados por baixo das cargas da paleta ou entre as paletes e a sua carga. O fator de atrito pode atingir valores até 1,2 para combinações de materiais específicas em condições ideais. Tal como acontece com o revestimento, o fator de atrito tende a diminuir ao longo do tempo. Se estes tapetes forem muito finos, poderá ser necessário cobrir toda a superfície de contacto.

4.2.4. Folhas antiderrapantes

Trata-se de folhas à base de papel com um revestimento de atrito elevado em silicone, PU ou outros. Estas folhas são frequentemente utilizadas entre camadas de mercadorias sobre paletes e

são igualmente muito adequadas para o transporte de remessas e cargas similares. Encontram-se disponíveis em variantes muito finas e variantes de cartão canelado espesso e devem ser devidamente escolhidas tendo em conta as forças de inércia que tendem a rasgá-las.

4.3. BARRAS DE BLOQUEIO

As barras de bloqueio são concebidas para serem montadas em veículos, quer a nível vertical, entre a plataforma de carga e o tejadilho, quer a nível horizontal, entre ambos os taipais laterais. Não se encontra disponível nenhuma versão final de uma norma internacional específica para barras de bloqueio. É importante estabelecer uma distinção entre a resistência de uma barra de bloqueio, conforme especificada pelo fabricante, e a capacidade de bloqueio de uma barra de bloqueio. A capacidade de bloqueio depende fortemente da fixação da barra de bloqueio ao veículo.

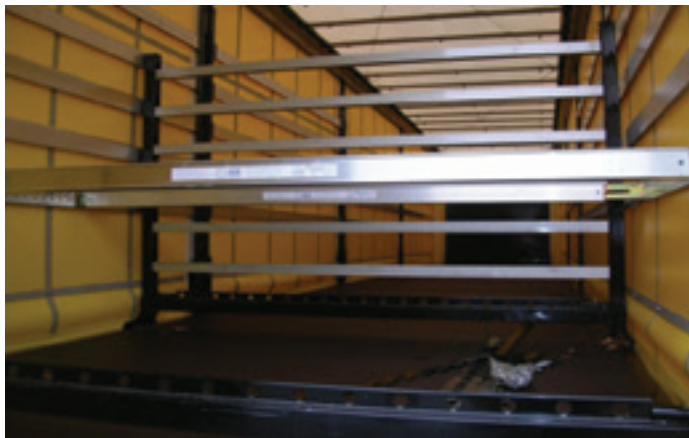


Figura 25: Barras de bloqueio

A fixação de barras de bloqueio mais comum é à base de atrito.



Figura 26: Barra de bloqueio com fixação à base de atrito em taipais/ripas laterais.

A capacidade de bloqueio típica situa-se entre 80 e 200 daN.



Figura 27: Ripas de alumínio com orifícios para barras de bloqueio

As barras de bloqueio mais modernas são fixadas em orifícios existentes no veículo. Uma vez que não existem dimensões padrão para os orifícios, as barras de bloqueio são fornecidas juntamente com o veículo e com um certificado que menciona a sua capacidade de bloqueio. Por norma, esta varia entre 200 daN e 2 000 daN, dependendo principalmente da qualidade da fixação das barras nos orifícios.

4.4. MATERIAIS DE ENCHIMENTO

Uma imobilização eficaz da carga através de um sistema de bloqueio obriga a uma arrumação compacta dos volumes de carga contra os dispositivos de bloqueio do porta-cargas e entre os volumes de carga individuais. Se a carga não ocupar os espaços entre as paredes traseiras e laterais e não for fixada de outro modo, as folgas devem ser preenchidas com material de enchimento a fim de criar forças compressivas que proporcionem um bloqueio satisfatório da carga. Essas forças compressivas devem ser proporcionais ao peso total da carga.

São indicados, a seguir, alguns materiais de enchimento que podem ser usados.

- **Paletes de carga**

As paletes de carga constituem frequentemente um material de enchimento adequado. Se o espaço livre junto dos dispositivos de bloqueio for superior à altura de uma EURO-paleta (cerca de 15 cm), então a folga pode ser preenchida, por exemplo, com este tipo de paletes colocadas na vertical, de modo a que a carga fique adequadamente imobilizada. Se o espaço livre junto das paredes laterais de qualquer lado da secção de carga for inferior à altura de uma EURO-paleta, então a folga da parede lateral pode ser preenchida com material de enchimento adequado como, por exemplo, tábuas de madeira.

- **Almofadas de ar**

As almofadas de ar insufláveis encontram-se disponíveis como artigos descartáveis ou recicláveis. As almofadas são fáceis de instalar e são insufladas com ar comprimido, muitas vezes através de uma saída no sistema de ar comprimido do camião. Os fornecedores de almofadas de ar devem disponibilizar as instruções e as recomendações relativas à capacidade de carga e à pressão de ar adequada. É importante evitar danos nas almofadas de ar resultantes do desgaste devido ao uso. As almofadas de ar nunca devem ser utilizadas como material de enchimento contra portas ou superfícies ou partes não rígidas.

Existem igualmente no mercado diferentes materiais à base de papel que podem ser utilizados para enchimento, tais como cartão para enchimento e cartão amassado.

Alguns camionistas utilizam placas de material isolante, tais como placas em PU, para preencher folgas.



Figura 28 Material de enchimento entre filas de carga



Figura 29: Almofada de ar para bloqueio lateral

4.5. PROTETORES DE CANTO

Não existem normas internacionais relativas a protetores de canto. Um protetor de canto pode ter mais do que uma função:

- Proteger as cintas de danos provocados pelas extremidades cortantes da carga
- Proteger a carga de danos provocados pelas cintas
- Facilitar o deslizamento das cintas na direção longitudinal sobre a carga
- Distribuir a força das cintas sobre uma superfície mais abrangente da carga



Figura 30: Protetores de canto

de canto. Este método é muito eficaz, embora seja difícil de aplicar em alguns casos. Por vezes, é mais fácil colocar mangas protetoras ao longo da cinta (frequentemente denominadas protetores de desgaste); estas são eficazes para proteger a cinta mas não distribuem a força sobre uma superfície maior.

Alguns protetores de canto podem ter um comprimento considerável. No entanto, não são concebidos para substituir o acondicionamento no transporte da carga e não servem para manter a forma da carga (ver imagem). Têm como principal função distribuir as forças de amarração ao longo de uma superfície mais ampla, tal como explicado no ponto 5.7.2.

Os protetores de canto não devem provocar situações de perigo durante o processo de amarração e/ou de transporte. A utilização de placas de aço dobradas como protetores de canto não é aceitável, uma vez que pode causar lesões graves durante o processo de amarração e durante o transporte.

Não é aceitável a utilização de tapetes antiderrapantes como protetor de canto.

Alguns protetores de canto podem ter uma função adicional específica, como a de evitar que a cinta deslize na direção transversal (por exemplo, manter a cinta na devida posição sobre um bordo cilíndrico da carga).

Encontram-se disponíveis no mercado vários modelos de protetores de canto com diferentes funções e custos. Alguns dos modelos são reproduzidos na imagem... ; as peças de plástico em L são colocadas sobre os cantos da carga e a amarração é colocada sobre o protetor

4.6. REDES OU TOLDOS



Figura 31: Imobilização com toldos

fórmulas da norma EN12195-1 para amarração direta ou amarração descendente, conforme o caso.

Podem ser utilizadas redes mais leves para cobrir veículos abertos e pequenos contentores quando o tipo de carga não requer um toldo. Devem ser adotadas medidas para garantir que as partes metálicas das redes não estão corroídas ou danificadas, que as cintas não estão cortadas e que todas as costuras se encontram em boas condições. As redes em corda ou cordão fino devem ser inspecionadas a fim de detetar eventuais cortes ou outros danos nas fibras. Se necessário, devem ser efetuadas reparações por uma pessoa competente antes da utilização da rede. O tamanho da malha da rede deve ser inferior ao da mais pequena parte da carga.



Figura 32: Imobilização com rede e amarração direta na direção da frente

As redes podem igualmente ser usadas para garantir que a carga não cairá do veículo aquando da abertura das portas (por exemplo, no caso de um veículo de classificação XL carregado com carga contra as portas traseiras).

4.7. OUTROS MATERIAIS DE IMOBILIZAÇÃO

Vários outros materiais são utilizados para a imobilização de carga e são também muito adequados em alguns casos.

A madeira é utilizada como material de separação, sobretudo em contentores, mas também em reboques de caixa aberta ou noutros veículos de transporte rodoviário. Podem ser utilizados barrote de madeira para preencher folgas entre unidades de carga e entre estas e as partes rígidas do veículo. Podem ser cravados na plataforma de carga do veículo ou ainda travados junto de partes rígidas do veículo.

5. Métodos de imobilização de carga

5.1. PRINCÍPIO GERAL

O princípio de base da imobilização de carga consiste em evitar movimentos de partes da carga em relação à plataforma de carga devido a acelerações do veículo nas direções longitudinal e transversal. Só podem ser aceites movimentos provocados por deformações elásticas de unidades de carga e de equipamento de imobilização, desde que não causem forças de impacto elevadas inaceitáveis nos taipais do veículo ou noutro equipamento de retenção. A fim de evitar estes movimentos relativos, podem ser utilizados, em separado ou em conjunto, os seguintes métodos de retenção básicos.

- travamento,
- bloqueio,
- amarração direta,
- amarração de topo

Os métodos de retenção utilizados devem ser capazes de suportar as diferentes condições climáticas (temperatura, humidade, etc.) que poderão ser encontradas durante a viagem.

5.2. TRAVAMENTO

O travamento é, de longe, o melhor método de imobilização de carga. O veículo e a carga têm uma forma específica que é concebida para se encaixarem e para evitar o movimento relativo. A resistência da conceção deve ser previamente verificada. Tal sistema de travamento deve ser utilizado de acordo com as especificações do fabricante.

Um exemplo bem conhecido é o fecho rotativo para contentores ISO. O próprio contentor é considerado uma carga que deve ser imobilizada no reboque de contentor. Devem ser utilizados 4 fechos rotativos para impedir quaisquer movimentos relativos do contentor no reboque.

Outro exemplo é a utilização de engradados de aço para botijas de gás pressurizado. Os pés dos engradados são concebidos para se encaixarem nos orifícios da plataforma de carga de um veículo concebido para transportar engradados. É utilizada uma cavilha específica para travar os pés nos orifícios em questão.

5.3. BLOQUEIO LOCAL

Se a unidade de carga a imobilizar for suficientemente rígida, é possível recorrer ao bloqueio local.

O deslizamento é impedido através da colocação de suportes rígidos nas direções da frente, de trás e em cada direção transversal.

- As unidades de carga são contrapostas a um taipal rígido, vedação ou poste(s) ou a outra unidade de carga.
- Caso um suporte direto contra uma parte rígida do veículo não seja possível, as folgas podem ser preenchidas com pedaços de madeira ou soluções similares.

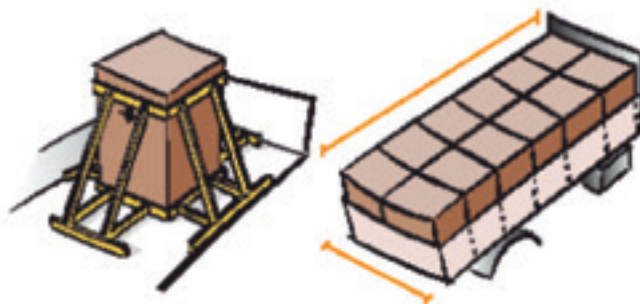


Figura 33: Bloqueio

Quando uma unidade de carga é propensa à inclinação, esta é evitada por meio de bloqueio local através da colocação de suportes rígidos a uma altura razoável. Para que tal seja seguro sem recorrer a qualquer tipo de cálculo, a unidade de carga é bloqueada acima do centro de gravidade. Uma barra de bloqueio horizontal ou vertical é frequentemente utilizada para impedir a inclinação da carga.

Um tipo específico de bloqueio local é o bloqueio em altura ou o bloqueio com painel. É frequentemente utilizado para transportar algumas unidades de carga sobre uma camada inferior. Ao utilizar determinado tipo de material de suporte como, por exemplo, paletes de carga, a secção de carga é elevada de modo a formar uma elevação e a camada mais elevada da carga fica localmente imobilizada em posição longitudinal, como ilustra a figura... É de notar que as forças utilizadas para bloqueio na parte superior da unidade de carga podem ser consideravelmente elevadas. Esta concentração de forças pode ser reduzida ao colocar as paletes na vertical entre duas secções consecutivas.

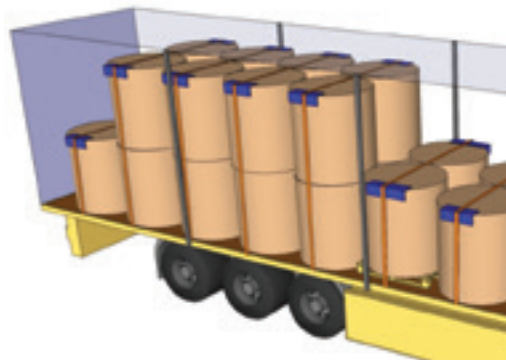


Figura 34: Bloqueio com painel utilizando a paleta de carga

Um outro tipo de bloqueio local consiste na utilização de cunhas para impedir que objetos cilíndricos se movam ao longo da plataforma de carga.

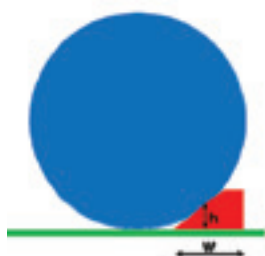


Figura 35: Cunhas de bloqueio

- As cunhas de bloqueio devem ter um ângulo de aproximadamente 37° para impedir que a carga se mova para a frente e um ângulo de aproximadamente 30° para evitar que a mesma role para trás ou para os lados. As cunhas devem estar em contacto com o objeto cilíndrico no plano inclinado e devem estar fixadas à plataforma de carga, uma vez que o objeto cilíndrico tende a mover as cunhas para trás. A força horizontal exercida para trás sobre a cunha é de $0,8 G$ ou $0,5 G$ (em que G é o peso do cilindro).

A altura das cunhas deve ser de:

- no mínimo $R/3$ (terço do raio do cilindro), se não existir amarração de topo ou,
- no máximo 200 mm, se o rolamento sobre as cunhas for impedido de outra maneira (por exemplo, amarração de topo).

- As cunhas pontiagudas com um ângulo de 15° possuem uma capacidade de imobilização de carga limitada e a sua principal função é a de manter as mercadorias com forma cilíndrica imobilizadas durante as operações de carga e descarga. A vantagem do pequeno ângulo é permitir que a cunha trave, normalmente, de forma automática em condições estáticas: não desliza na horizontal por baixo do peso do cilindro.
- Uma cunha de apoio utiliza duas cunhas longas imobilizadas por meio de contraventamento cruzado regulável (por exemplo, parafusos). O contraventamento cruzado deve ser disposto de modo a que exista uma distância de aproximadamente 20 mm entre o cilindro e a plataforma de carga. As cunhas devem ter um ângulo de 37° para permitir um bloqueio na direção longitudinal e um ângulo de aproximadamente 30° para um bloqueio na direção transversal.

5.4. BLOQUEIO GERAL

No que se refere ao bloqueio geral, os espaços vazios devem ser preenchidos, podendo sê-lo, preferencialmente, com paletes vazias inseridas vertical ou horizontalmente e apertadas por barrotes de madeira adicionais, se necessário. Não devem ser utilizados para este fim materiais que possam deformar ou encolher permanentemente, tais como panos de serapilheira ou espuma sólida de resistência limitada. As pequenas folgas entre unidades de carga e artigos semelhantes, que não podem ser evitadas e que são necessárias para facilitar o processo de carga e descarga das mercadorias, são aceitáveis e não necessitam de ser preenchidas. Somente no caso de bloqueio geral, o espaço vazio total em qualquer direção horizontal não deve exceder os 15 cm. No entanto, entre cargas densas e rígidas, tais como aço, betão ou pedra, os espaços vazios devem ser reduzidos, tanto quanto possível.

5.5. AMARRAÇÃO DIRETA

Os dispositivos de amarração são utilizados para gerar uma força na direção oposta às forças de inércia. A aplicação deste método depende do tipo de carga.

No que toca a todas as variantes de amarração direta, a carga deve poder mover-se. Este movimento provoca um aumento da força na amarração. Esta força crescente deve impedir o movimento da carga. Uma vez que as cintas de amarração tendem a esticar 7 % e que todos os movimentos de carga devem ser tão reduzidos quanto possível, a pré-tensão das cintas de amarração deve ser a mais elevada possível, mas não superior a 0,5 CA. Para correntes, cabos de aço e cabos de alta tecnologia, a pré-tensão ideal é inferior a 0,5 CA. Para unidades de carga muito pesadas numa plataforma de carga deformável, recomenda-se a elaboração de um estudo pormenorizado da pré-tensão.



Figura 36: Amarração direta

5.5.1. Amarração diagonal

As unidades de carga com pontos de amarração rígidos podem, normalmente, ser imobilizadas através de quatro cintas de amarração direta. Cada cinta de amarração liga um ponto de amarração presente na carga a um ponto de amarração presente no veículo, aproximadamente na direção das diagonais da plataforma de carga. Apenas no caso de amarração com quatro cintas de amarração, as cintas não devem ser paralelas ao plano vertical no sentido da marcha do veículo, como também não devem ser paralelas ao plano vertical na direção transversal. Os ângulos entre a cinta e o plano horizontal devem ser tão reduzidos quanto possível, tendo em conta a rigidez dos pontos de amarração (muitos pontos de amarração não devem ser utilizados num ângulo inferior a 30°). O ângulo entre a cinta e o sentido da marcha do veículo é, de preferência, entre 30° e 45°, se a amarração diagonal não for combinada com bloqueio. Podem ser admissíveis ângulos de maior ou menor amplitude, desde que as forças consequentes mais elevadas nas cintas de amarração e nos pontos de amarração sejam aceitáveis.

Se existir um ponto de amarração muito rígido sobre a carga, pode ser usado para prender duas cintas. Se não existirem pontos de amarração adequados, os mesmos podem, em alguns casos, ser criados por meio de uma linga de elevação.

Se uma determinada cinta ou ponto de amarração não tiver resistência suficiente, deve ser substituído, de preferência, por uma cinta ou um ponto de amarração mais forte. Poderá ser necessária a utilização de uma cinta adicional devido à resistência limitada dos pontos de amarração ou do equipamento. Se forem utilizadas mais de duas cintas em qualquer direção, um fator de segurança deve ser aplicado para que se tenha em conta uma distribuição desigual das forças nas cintas.



Figura 37: Amarração diagonal

5.5.2. Amarração paralela

São utilizadas 8 cintas para ligar 8 pontos de amarração no veículo a 8 pontos de fixação na carga. As 8 cintas têm todas o mesmo comprimento e são posicionadas 2 a 2 de forma paralela. 2 cintas paralelas impedem movimentos frontais, 2 cintas paralelas impedem movimentos para trás, 2 impedem movimentos para a esquerda e outras 2 impedem movimentos para a direita. Com a utilização de 2 cintas para uma só direção, as forças das cintas e dos pontos de amarração são inferiores às existentes no caso da amarração diagonal. Na maior parte dos casos, a amarração diagonal é mais barata do que a amarração paralela e tão eficaz quanto esta.

5.5.3. Amarração em meio-laço

A amarração em meio-laço (às vezes denominada amarração em laço) é muitas vezes aplicada para impedir movimentos transversais de elementos de carga compridos. São utilizadas, pelo menos, 3 cintas. No entanto, é preferível a utilização de 4. Cada cinta tem início num ponto de amarração próximo do lado do veículo, passa por baixo da carga e regressa por cima dela até chegar ao mesmo ponto de amarração ou a um ponto de amarração próximo. Recomenda-se a utilização de 2 cintas na

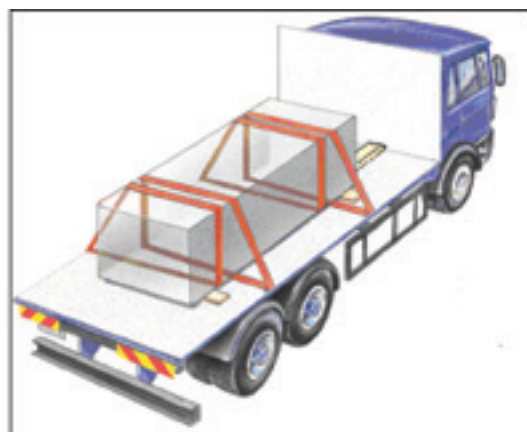


Figura 38: Amarração em meio-laço

parte dianteira da carga comprida e 2 cintas perto da parte traseira da mesma. Duas cintas têm início no lado direito e outras 2 no lado esquerdo. Estas 4 cintas têm um efeito limitado na prevenção do deslizamento da carga na direção longitudinal.

5.5.4. Amarração com lançantes

A amarração com lançantes pode ser aplicada para impedir movimentos da carga (deslizamento e inclinação) numa única direção, na maioria das vezes para a frente ou para trás. Uma única cinta tem início num ponto de amarração num dos lados do veículo, passa ao longo da parte dianteira (traseira) da carga e é presa a um ponto de amarração do outro lado do veículo, oposto ou quase oposto ao primeiro ponto de amarração. São utilizadas diferentes variantes da amarração com lançantes a fim de impedir que a cinta deslize para baixo:

- Paletes vazios ou materiais semelhantes são colocados à frente (atrás) da carga que está a ser imobilizada.
- A amarração atravessa de forma diagonal a parte da frente (de trás) da carga. Este método é muitas vezes denominado amarração cruzada e é fácil de aplicar por uma pessoa. Para unidades de carga que não são rígidas, o número de cintas cruzadas deve ser suficientemente elevado para impedir que partes da carga deslizem entre as cintas. É possível recorrer a um teste de inclinação ou a um teste de comportamento dinâmico do veículo para determinar a eficácia neste caso.
- Uma linga ou uma cinta específica pode ser usada no bordo dianteiro (traseiro) superior de uma secção de carga. A linga é puxada para trás (para a frente) em ambos os lados ao longo da carga. A eficácia no que se refere a mercadorias não rígidas deve ser testada.



Figura 39: Amarração com lançantes utilizando paletes



Figura 40: Amarração com lançantes utilizando uma linga

5.6. AMARRAÇÃO DE TOPO

A amarração de topo, também denominada amarração de atrito ou amarração descendente, é usada para aumentar as forças de atrito entre a base das unidades de carga e a plataforma de carga ou as unidades de carga inferiores no caso de várias pilhas de carga. O ângulo da cinta nas partes superiores com a plataforma de carga deve ser tão elevado quanto possível.

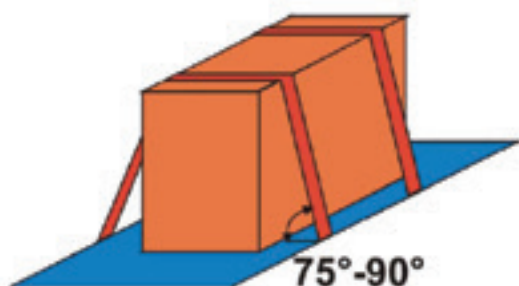


Figura 41: Amarração de topo

Um aspeto importante da utilização das cintas de amarração é a distribuição das forças de tensão ao longo da cinta. Na maior parte dos casos, a cinta é esticada de um lado utilizando o roquete. Ao ser colocada sob tensão, a cinta é esticada e desliza sobre a carga. Um atrito reduzido sobre o canto torna mais uniforme a distribuição das forças de amarração em ambos os lados. Um atrito elevado sobre o canto fará maior diferença nas forças em ambos os lados, mas, por outro lado, a cinta terá um efeito mais semelhante ao da amarração direta.

A força descendente numa amarração de topo deve ser gerada por um tensor, normalmente operado de forma manual. Por conseguinte, esta força descendente é geralmente limitada à FTP do equipamento de amarração. O valor da CA é irrelevante para a amarração de topo.

Numa amarração de topo a força exercida sobre produtos deformáveis varia durante o transporte. Em quase todos os casos, essa variação consiste numa diminuição significativa, podendo atingir 50 % da pré-tensão inicial ou até menos. Por conseguinte, há que ponderar apertar novamente a cinta durante o trajeto ou utilizar outro método de imobilização. Para cargas indeformáveis, a força de tensão normalmente não varia e, em alguns casos específicos, pode até aumentar.

A força descendente contribui para a imobilização de carga desde que aumente a força de atrito. Tal como explicado no capítulo 1, a força de atrito é apenas uma parte da força de contacto. A força de contacto é a força descendente total nas cintas acrescida do peso da carga nesta superfície de contacto. Significa isto que a amarração de topo é mais eficiente com um fator de atrito elevado.

5.7. OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE MÉTODOS DE IMOBILIZAÇÃO

1. Todas as unidades de carga devem ser imobilizadas. Em alguns casos, recomenda-se agrupar um número de unidades de carga e imobilizá-lo como um todo. É muito provável que um grupo de unidades de carga, como um todo, não seja propenso a inclinar, mesmo que as unidades de carga individuais o sejam. Nesse caso, o grupo só deve ser imobilizado para impedir o seu deslizamento. O agrupamento pode ser realizado por amarração envolvente horizontal ou vertical (imagem). A título de exemplo, 4 unidades de carga compridas são agrupadas por 3 cintas de amarração envolvente vertical. A tensão na cinta deve ser tão elevada quanto possível, criando, assim, forças de atrito entre as unidades de carga individuais. O efeito de amarração envolvente e do número máximo de unidades de carga numa cinta de amarração envolvente depende da força de tensão e do coeficiente de atrito. Pressupõe-se que 4 cargas de paletes num reboque podem ser agrupadas por uma cinta de amarração envolvente horizontal e que 4 unidades de carga compridas podem ser agrupadas por 3 cintas de amarração vertical. A eficácia do agrupamento de unidades de carga deve ser testada caso a caso.
2. A força de contacto entre uma cinta de amarração e a carga pode aumentar consideravelmente no momento em que se produzem efetivamente as forças de inércia, tanto no caso da amarração direta como da amarração de topo. Para cargas deformáveis, essas forças locais elevadas irão provocar a deformação da carga criando, assim, espaço livre para a carga se mover, o que é comparável ao movimento da carga devido ao alongamento de uma cinta. Para além de evitar danos no produto, esta é a razão principal pela qual devem ser evitadas forças de contacto locais elevadas sobre a carga. A utilização de protetores de canto de grandes dimensões pode contribuir para a distribuição das forças de amarração sobre uma superfície mais ampla e reduzir o movimento da carga.
3. Podem ser combinados diferentes métodos de amarração. Uma exceção: o travamento requer dispositivos de travamento específicos no veículo e na carga. A rigidez de um dispositivo de travamento é muitas vezes incompatível com outros métodos de imobilização. Por conseguinte, o equipamento de travamento deve ser suficientemente forte para que outro sistema de imobilização seja desnecessário. A combinação de bloqueio e de amarração de topo encontra-se descrita na norma EN12195-1:2010. A capacidade de bloqueio e a capacidade de imobilização da amarração podem ser adicionadas.
4. Um exemplo interessante do método de amarração combinada é a amarração cruzada, que é uma combinação de amarração de topo e de amarração com lançantes.

5. As partes maiores da carga não colocada em paletes são normalmente carregadas em barrotes de madeira. Mesmo com uma amarração de topo rigorosa e com uma amarração direta, os barrotes de madeira podem tender a rolar no momento em que as forças de inércia se produzem efetivamente. Este movimento deve ser impedido através da:
 - Utilização de barrotes retangulares na horizontal (altura dos barrotes colocada na horizontal)
 - Utilização de barrotes com as mesmas espessuras num ângulo superior a 30°
6. Os fatores de atrito da combinação de materiais não mencionados no quadro B.1 da norma EN 12195-1:2010 podem ser determinados mediante um ensaio documentado realizado de acordo com os anexos B e E da dita norma.
7. Nos casos em que o bloqueio geral é utilizado num veículo cuja superestrutura é suficientemente resistente, como um veículo de classificação XL, não é necessário mais nenhum dispositivo de imobilização, como por exemplo amarração. Os taipais do veículo devem ser usados com cuidado, se as forças da carga não estiverem uniformemente distribuídas ao longo dos lados.
8. É possível empilhar a carga, embora os diferentes fatores de atrito, a resistência do acondicionamento e requisitos específicos para as mercadorias perigosas devam ser tidos em conta.

6. Cálculos

O apêndice 3 fornece um guia rápido sobre amarrações com métodos simplificados que podem ser utilizados para decidir o número de cintas necessárias. Recomenda-se imobilizar a carga como habitualmente e, em seguida, verificar com recurso às tabelas constantes do guia rápido sobre amarrações se o método de imobilização aplicado é suficiente para impedir o deslizamento e a inclinação da carga em todas as direções.

Em muitos casos, os cálculos podem ser evitados. Por exemplo, para o bloqueio da carga em todas as direções num veículo de classificação XL e equipado de acordo com o certificado, não é necessário mais nenhum dispositivo de imobilização se o fator de atrito entre a plataforma de carga e a carga for igual ou superior a 0,3, mesmo para uma carga total do camião.

Se forem necessários cálculos, os mesmos devem ser efetuados de acordo com a norma EN 12195-1:2010.

Em alternativa, os dispositivos de imobilização da carga podem ser testados de acordo com as instruções contidas na norma EN 12195-1:2010.

Caso sejam combinados dois ou mais métodos de imobilização, as fórmulas descritas na norma EN 12195-1:2010 podem ser utilizadas em combinação para o cálculo, tal como descrito nos exemplos infra.

6.1. EXEMPLO 1 – CAIXA DE MADEIRA COM CENTRO DE GRAVIDADE BAIXO

Calcular o peso máximo permitido da caixa de madeira considerada rígida, carregada num reboque de acordo com a figura abaixo, com recurso às fórmulas indicadas na norma EN 12195-1:2010 para evitar que a carga deslize e incline para os lados, para a frente e para trás.

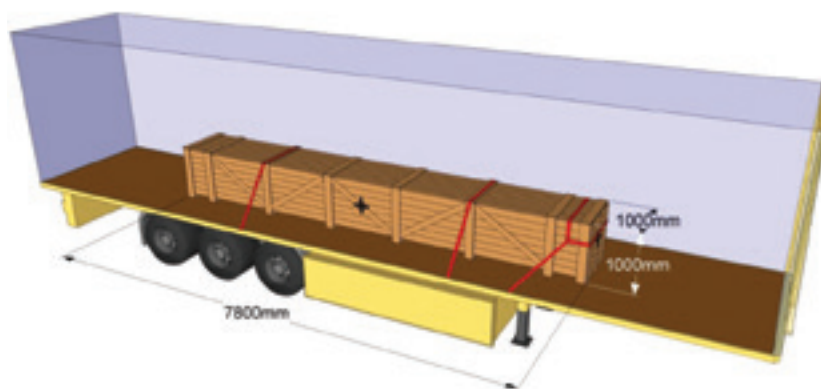


Figura 42: Exemplo 1

O reboque tem um piso de contraplacado convencional que foi devidamente varrido e está livre de geada, gelo e neve. O reboque, de classificação XL, é fabricado de acordo com a norma EN 12642, e os seus pontos de amarração foram concebidos de acordo com a norma EN 12640, tendo cada um deles uma CA de 2 000 daN. A distância transversal entre os pontos de amarração é de aproximadamente 2,4 m.

A caixa é feita de madeira serrada e tem as seguintes dimensões: comprimento x largura x altura = 7,8 x 1,0 x 1,0 m. O centro de gravidade situa-se no centro geométrico da caixa.

A caixa encontra-se imobilizada por duas amarrações de topo e uma amarração com lançantes aplicadas na direção da frente. As cintas têm uma CA de 2 000 daN e uma pré-tensão de 500 daN. A cinta de amarração com lançantes é fixada ao reboque a aproximadamente 1 m atrás da parte da frente da caixa e, portanto, as cintas têm aproximadamente os seguintes ângulos:

Cintas de amarração de topo; Ângulo de amarração vertical entre as cintas e a plataforma $\alpha \approx 55^\circ$

Amarração com lançantes: Ângulo de amarração vertical entre a cinta e a plataforma $\alpha \approx 39^\circ$ e ângulo horizontal entre a cinta e o eixo longitudinal do veículo $\beta \approx 35^\circ$

6.1.1. Deslizamento

O fator de atrito (μ) entre a caixa de madeira serrada e o piso de contraplacado do reboque é de 0,45, de acordo com o anexo B da norma.

6.1.2. Carga com massa m impedida de deslizar por duas amarrações de topo

A carga com massa m impedida de deslizar por duas amarrações de topo é baseada na equação 10 da norma.

$$m = \frac{n \cdot 2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}{g(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) f_s}, \text{ em que:}$$

m = massa da carga. A massa é obtida em kg, se F_T for indicada em Newtons (N), e em toneladas, se F_T for indicada em quilonewtons (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

n = 2; número de amarrações de topo

μ = 0,45; fator de atrito

α = 55° ; ângulo de amarração vertical em graus

F_T = 500 daN = 5 kN

g = 9,81 m/s²; aceleração da gravidade

$c_{x,y}$ = 0,5 para os lados, 0,8 para a frente e 0,5 para trás; coeficiente de aceleração horizontal

c_z = 1,0; coeficiente de aceleração vertical

f_s = 1,25 para a frente e 1,1 para trás e para os lados; fator de segurança

Segundo estes valores, a carga com massa m, em toneladas, impedida de deslizar em diferentes direções por duas amarrações de topo é:

Para os lados: 13,7 toneladas

Para a frente: 1,7 toneladas

Para trás: 13,7 toneladas

6.1.3. Carga com massa impedida de deslizar para a frente pela amarração com lançantes

A carga com massa m impedida de deslizar para a frente pela amarração com lançantes é baseada na equação 35 da norma. A influência da amarração com lançantes para impedir o deslizamento transversal da carga não é tida em conta.

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_R \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}{g \cdot (c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}, \text{ em que:}$$

m = peso da carga. O peso é obtido em kg, se F_T for indicada em Newtons (N), e em toneladas, se F_T for indicada em quilonewtons (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

$n = 1$; número de amarrações com lançantes

$F_R = CA = 2\,000 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$

$\mu = 0,45$; fator de atrito

$f_\mu = 0,75$; fator de segurança

$\alpha = 39^\circ$; ângulo da amarração vertical em graus

$\beta = 35^\circ$; ângulo da amarração horizontal em graus

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$; aceleração da gravidade

$c_x = 0,8$; coeficiente de aceleração horizontal para a frente

$c_z = 1,0$; coeficiente de aceleração vertical

Segundo estes valores, a carga com massa m , em toneladas, impedida de deslizar para a frente pela amarração com lançantes é de 7,5 toneladas.

6.1.4. *Peso da carga impedido de deslizar por duas amarrações de topo e pela amarração com lançantes*

Os cálculos acima apresentados indicam que as duas amarrações de topo e a amarração com lançantes podem impedir o deslizamento do seguinte peso de carga:

Para os lados: 13,7 toneladas

Para a frente: $1,7 + 7,5 = 9,2$ toneladas

Para trás: 13,7 toneladas

O peso máximo da carga impedido de deslizar através deste método de imobilização é de 9,2 toneladas.

6.1.5. *Inclinação*

A estabilidade da caixa é verificada pela equação 3 da norma.

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} d, \text{ em que:}$$

$b_{x,y} = 0,5 \text{ m}$ para os lados, $3,9 \text{ m}$ para a frente e $3,9 \text{ m}$ para trás; distância horizontal entre o centro de gravidade e o ponto de inclinação em cada direção.

$c_{x,y} = 0,5$ para os lados, $0,8$ para a frente e $0,5$ para trás; coeficiente de aceleração horizontal

$c_z = 1,0$; coeficiente de aceleração vertical

$d = 0,5$; distância vertical entre o centro de gravidade e o ponto de inclinação

Segundo estes valores, pode concluir-se que a caixa se encontra estável em todas as direções e que não é necessária amarração para impedir a sua inclinação.

6.1.6. Conclusão

O peso máximo autorizado da carga da caixa imobilizada por duas amarrações de topo e por uma amarração com lançantes é, portanto, de 9,2 toneladas para impedir o deslizamento e a inclinação da carga em todas as direções.

6.2. EXEMPLO 2 – CAIXA DE MADEIRA COM CENTRO DE GRAVIDADE ELEVADO

Calcular o peso máximo autorizado da caixa de madeira num reboque, de acordo com a figura abaixo, com recurso às fórmulas indicadas na norma EN 12195-1:2010, para evitar que a carga deslize e incline para os lados, para a frente e para trás.

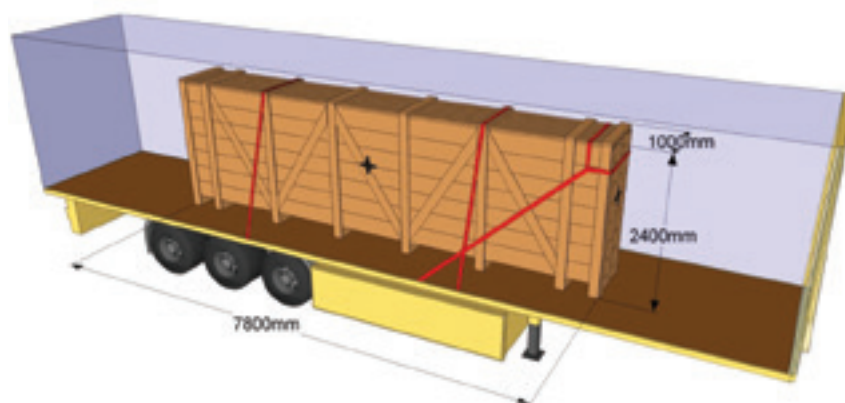


Figura 43: Exemplo 2

O reboque tem um piso de contraplacado convencional que foi devidamente varrido e está livre de geada, gelo e neve. O reboque, de classificação XL, é fabricado de acordo com a norma EN 12642, e os seus pontos de amarração foram concebidos de acordo com a norma EN 12640, tendo cada um deles uma CA de 2 000 daN. A distância transversal entre os pontos de amarração é de aproximadamente 2,4 m.

A caixa de madeira é feita de madeira serrada e tem as seguintes dimensões: comprimento x largura x altura = 7,8 x 1,0 x 2,4 m. O centro de gravidade situa-se no centro geométrico da caixa.

A caixa encontra-se imobilizada por duas amarrações de topo e por uma amarração com lançantes aplicadas na direção da frente. As cintas têm uma CA de 2 000 daN e uma pré-tensão de 500 daN. A cinta de amarração com lançantes é fixada ao reboque a aproximadamente 2,5 m atrás da parte da frente da caixa e, portanto, as cintas têm aproximadamente os seguintes ângulos:

Cintas de amarração de topo; Ângulo de amarração vertical entre as cintas e a plataforma $\alpha \gg 74^\circ$

Amarração com lançantes: Ângulo de amarração vertical entre a cinta e a plataforma $\alpha \gg 43^\circ$ e o ângulo horizontal entre a cinta e o eixo longitudinal do veículo $\beta \gg 16^\circ$

6.2.1. Deslizamento

O fator de atrito (μ) entre a caixa de madeira serrada e o piso de contraplacado do reboque é de 0,45, de acordo com o anexo B da norma.

6.2.2. Peso da carga impedido de deslizar por duas amarrações de topo

O peso da carga (m) impedido de deslizar por duas amarrações de topo é baseado na equação 10 da norma.

$$m = \frac{n \cdot 2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}{g(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) f_s}, \text{ em que:}$$

m = peso da carga. O peso é obtido em kg, se F_T for indicada em Newtons (N), e em toneladas, se F_T for indicada em quilonewtons (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

n = 2; número de amarrações de topo

$\mu = 0,45$; fator de atrito

$\alpha = 74^\circ$; ângulo da amarração vertical em graus

$F_T = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$; aceleração da gravidade

$c_{x,y} = 0,5$ para os lados, 0,8 para a frente e 0,5 para trás; coeficiente de aceleração horizontal

$c_z = 1,0$; coeficiente de aceleração vertical

$f_s = 1,25$ para a frente e 1,1 para trás e para os lados; fator de segurança

Segundo estes valores, o peso da carga (m), em toneladas, impedido de deslizar em diferentes direções por duas amarrações de topo é:

Para os lados: 16,0 toneladas

Para a frente: 2,0 toneladas

Para trás: 16,0 toneladas

6.2.3. Peso da carga impedido de deslizar para a frente pela amarração com lançantes

O peso da carga (m) impedido de deslizar para a frente pela amarração com lançantes é baseada na equação 35 da norma. A influência da amarração com lançantes para impedir o deslizamento transversal da carga não é tida em conta.

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_R \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}{g \cdot (c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}, \text{ em que:}$$

m = peso da carga. O peso é obtido em kg, se F_T for indicada em Newtons (N), e em toneladas, se F_T for indicada em quilonewtons (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

n = 1; número de amarrações com lançantes

$F_R = CA = 2\,000 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$

$\mu = 0,45$; fator de atrito

$f_\mu = 0,75$; fator de segurança

$\alpha = 43^\circ$; ângulo de amarração vertical em graus

$\beta = 16^\circ$; ângulo de amarração horizontal em graus

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$; aceleração da gravidade

$c_x = 0,8$; coeficiente de aceleração horizontal para a frente

$c_z = 1,0$; coeficiente de aceleração vertical

Segundo estes valores, o peso da carga (m), em toneladas, impedido de deslizar para a frente pela amarração com lançantes é de 8,2 toneladas.

6.2.4. *Peso da carga impedido de deslizar por duas amarrações de topo e pela amarração com lançantes*

Os cálculos acima apresentados indicam que as duas amarrações de topo e a amarração com lançantes podem impedir o deslizamento do seguinte peso de carga:

Para os lados: 16,0 toneladas

Para a frente: $2,0 + 8,2 = 10,2$ toneladas

Para trás: 16,0 toneladas

O peso máximo da carga impedido de deslizar pelo presente método de imobilização é de 10,2 toneladas.

6.2.5. *Inclinação*

A estabilidade da caixa é verificada pela equação 3 da norma.

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} d, \text{ em que:}$$

$b_{x,y}$ = 0,5 m para os lados, 3,9 m para a frente e 3,9 m para trás; distância horizontal entre o centro de gravidade e o ponto de inclinação em cada direção.

$c_{x,y}$ = 0,5 para os lados, 0,8 para a frente e 0,5 para trás; coeficiente de aceleração horizontal

c_z = 1,0; coeficiente de aceleração vertical

d = 1,2 m; distância vertical desde o centro de gravidade até ao ponto de inclinação

Segundo estes valores, pode concluir-se que a caixa se encontra estável para a frente e para trás, mas não para os lados.

6.2.6. *Peso da carga impedido de inclinar para os lados por duas amarrações de topo*

O efeito da amarração com lançantes que impede a inclinação para os lados não é tido em conta e o peso da carga (m) impedido de inclinar por duas amarrações de topo é baseado na equação 16 da norma. Para uma fila cujo centro de gravidade se situa no centro geométrico, o peso da carga pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_T \cdot \sin \alpha}{g \cdot (c_y \cdot \frac{h}{w} - c_z) \cdot f_s} \text{ em que:}$$

m = peso da carga. O peso é obtido em kg, se F_T for indicada em Newtons (N), e em toneladas, se F_T for indicada em quilonewtons (kN). 1 daN = 10 N e 0,01 kN.

n = 2; número de amarrações de topo

$F_T = F_{TP} = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$ ou $= 0,5 \times CA = 1\,000 \text{ daN} = 10 \text{ kN}$

$\alpha = 74^\circ$; ângulo da amarração vertical em graus

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$; aceleração da gravidade

$c_y = 0,5$ calculado com $F_T = F_{TP}$ ou $0,6$ calculado com $F_T = 0,5 \times CA$; coeficiente de aceleração horizontal para os lados

$h = 2,4 \text{ m}$; altura da caixa

$w = 1,0 \text{ m}$; largura da caixa

$c_z = 1,0$; coeficiente de aceleração vertical

$f_s = 1,1$; fator de segurança para os lados

Segundo estes valores, o peso da carga (m), em toneladas, impedido de inclinar para os lados é o mais baixo de 8,9 e 8,1 toneladas. Assim, as duas amarrações de topo conseguem impedir que 8,1 toneladas de carga inclinem para os lados.

6.2.7. Conclusão

O peso máximo autorizado da carga da caixa imobilizada por duas amarrações de topo e uma amarração com lançantes é, portanto, de 8,1 toneladas para impedir o deslizamento e a inclinação da carga em todas as direções.

6.3. EXEMPLO 3 – BENS DE CONSUMO EM PALETES

Muitas mercadorias em paletes (por exemplo, bens de consumo) são carregadas pela retaguarda de um veículo por empilhadoras. Se as embalagens não forem rígidas e se deformarem aquando da aplicação de uma força, não podem ser usadas cintas para imobilizar a carga.

Se a massa total da carga permanecer abaixo de um determinado valor, os limites do veículo (por exemplo, taipais rígidos, encerados) serão suficientes para garantir que a carga não se desloca, desde que estejam preenchidas as seguintes condições.

- Cada carga da paleta é um bloco uniforme. As folgas existentes entre as paletes e a carga devem ser preenchidas com materiais de enchimento. A toda a largura do veículo, o espaço vazio total não deve exceder os 15 cm.



Figura 44: Exemplo 3

- A qualidade do acondicionamento no transporte assegura que a carga em paletes resiste a uma aceleração de 0,5 g em todas as direções durante o transporte e que as unidades individuais de consumo não podem romper a película extensível.

A massa total máxima autorizada da carga sem quaisquer outros dispositivos de imobilização pode ser calculada recorrendo a um equilíbrio de forças.

Equilíbrio de forças

Existem três forças principais que atuam sobre uma pilha de duas paletes:

1. A força de aceleração F_A nas direções longitudinal e transversal.
2. A força de atrito F_F entre a paleta inferior e o piso do camião e entre a paleta inferior e a paleta superior
3. A força de bloqueio geral F_B dos taipais do veículo (taipais rígidos, encerados)

A força de aceleração F_A que atua sobre o centro de gravidade da paleta superior e da paleta inferior corresponde a F_A .

$$F_A = m_p \cdot a \quad m_p: \text{massa da paleta; } a: \text{aceleração (0,5 g ou 0,8 g e } g = 9,81 \text{ m/s}^2)$$

A força de atrito pode ser calculada como uma fração da força gravitacional da carga perpendicular ao piso do camião, sendo o fator de atrito μ extraído da norma EN 12195-1.

$$F_F = \mu \cdot m \cdot g \quad \mu: \text{fator de atrito; } m: \text{massa da carga, } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

A força de bloqueio geral dos limites do veículo (taipais rígidos, encerados) depende do tipo de veículo e do tipo de construção da carroçaria e é uma função da carga útil P do veículo. A norma EN 12642 fornece orientações para camiões com as classificações L e XL e para os três principais tipos de estruturas de carroçaria: cortinas laterais, taipais com dobradiças e caixa. A norma EN 283 pode ser usada a fim de calcular as forças de retenção para caixas móveis.

$$F_B = s \cdot P \cdot g \quad s: \text{requisito do ensaio estático de acordo com a norma EN 12642; } P: \text{carga útil em kg, } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Para calcular a massa máxima autorizada da carga (m_t) sem quaisquer medidas adicionais de segurança da carga, a soma da força de aceleração, da força de atrito e da força de retenção deve ser igual a zero. Se a soma de todas as forças for igual a zero, a carga não se deslocará. A F_F e a F_B são negativas, dado que atuam no sentido oposto ao da força de aceleração.

$$F_A - F_F - F_B = m_t \cdot a - \mu \cdot m_t \cdot g - s \cdot p \cdot g = m_t \cdot (a - \mu g) - s \cdot p \cdot g = 0$$

A equação acima apresentada pode ser resolvida para calcular a massa total da carga (m_t) e dá o seguinte resultado:

$$m_t = (s \cdot p \cdot g) / (a - \mu g)$$

A massa máxima autorizada da carga deve ser calculada nas direções da frente, de trás e para os lados. O valor mais baixo de m_t designa a massa total que pode ser transportada em segurança sem medidas adicionais de segurança da carga.

Para calcular a massa máxima autorizada m_p da paleta, caso todas as paletes tenham a mesma massa, o valor (m_t) deve ser dividido pelo número de paletes (N) no camião. Esta abordagem também tem em conta uma distribuição uniforme de forças ao longo dos limites do camião, tal como exigido pela norma EN 12642. Tal resulta na seguinte equação:

$$m_p = (s \cdot p \cdot g) / ((a - \mu g) \cdot N \cdot k) \quad \begin{array}{l} N: \text{Número de paletes no camião/reboque/caixa móvel} \\ k: \text{número de camadas de paletes no cálculo} \end{array}$$

Para calcular a massa máxima de uma pilha de paletes (ou seja, duas paletes em cima uma da outra), o cálculo deve ser efetuado duas vezes: uma vez para a camada superior (correspondendo a s à parte superior do veículo e μ ao fator de atrito entre a paleta superior e a paleta inferior) e uma vez para a pilha de paletes (correspondendo a s ao taipal completo e μ ao fator de atrito entre a paleta inferior e o piso do camião).

7. Verificação da imobilização de carga

A verificação da imobilização de carga deve ser efetuada de acordo com o artigo 13.º e com o anexo V da Diretiva 2014/47/UE relativa à inspeção técnica na estrada dos veículos comerciais que circulam na União.

O objetivo de uma inspeção é verificar se o sistema de imobilização de carga aplicado suporta as forças de inércia, tal como referido no artigo 13.º da Diretiva 2014/47/UE.

Todas as inspeções devem ser sempre baseadas nos princípios da norma EN 12195-1 e nas presentes orientações.

A carga e o sistema de imobilização de carga devem estar visíveis aquando da inspeção. Os inspetores autorizados podem remover selos. O motorista deve abrir o veículo ou remover o toldo ou a cobertura. Caso seja necessário, o inspetor deve entrar no veículo para poder verificar o sistema de imobilização de carga aplicado. O motorista pode dar a sua opinião sobre a eficácia do sistema de imobilização de carga e deve fornecer todas as informações necessárias, tais como certificados sobre a resistência do veículo, protocolos de imobilização da carga, relatórios de ensaios ou diagramas de distribuição da carga.

Não é suposto um inspetor sugerir as melhorias necessárias para cumprir os requisitos do sistema de imobilização de carga. Em muitos casos, encontrar uma solução é praticamente impossível sem carregar novamente toda a carga no mesmo veículo ou noutro veículo, sem equipamento de imobilização de carga adicional ou sem melhor acondicionamento do produto.

7.1. CLASSIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS

As deficiências classificam-se num dos seguintes grupos:

- Deficiência ligeira: A deficiência é «ligeira» quando a carga foi devidamente imobilizada, mas um aviso de segurança poderia ser adequado.
- Deficiência importante: A deficiência é «importante» quando a carga não foi devidamente imobilizada, correndo-se o risco de que a totalidade ou partes desta se desloque(m) ou tombe(m).
- Deficiência perigosa: A deficiência é «perigosa» quando puser diretamente em perigo a segurança do tráfego, devido a um risco de perda da carga ou de parte dela ou resultante diretamente da carga, ou quando for passível de constituir um perigo imediato para as pessoas.

Se forem detetados vários níveis de deficiências, o transporte é classificado no grupo de deficiências mais elevado. Se forem detetadas várias deficiências, o transporte é classificado no nível de deficiências imediatamente superior, uma vez que é previsível um efeito sinérgico resultante da combinação das mesmas.

7.2. MÉTODOS DE INSPEÇÃO

O método de inspeção consiste numa avaliação visual da devida utilização de medidas adequadas para imobilizar a carga e/ou para medir as forças de tensão, no cálculo da eficácia da imobilização e na verificação de certificados, sempre que adequado.

O inspetor deve recorrer a uma abordagem holística aquando da verificação da imobilização de carga, tendo em conta todos os elementos que poderão revelar-se importantes. Estes elementos incluem o veículo e a sua aptidão para transportar a carga, a resistência e o estado das partes utilizadas para a imobilização da carga, o método ou a combinação de métodos aplicados e os dispositivos de imobilização utilizados.

7.3. AVALIAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS

O quadro apresentado no anexo 4 fornece regras que poderão ser aplicadas durante uma inspeção de imobilização de carga para determinar se a condição de transporte é ou não aceitável.

A classificação das deficiências deve ser determinada caso a caso, com base nas classificações descritas no ponto 7.1

Os valores apresentados no quadro abaixo são de natureza indicativa e devem ser considerados como uma orientação para determinar a categoria de deficiência à luz das circunstâncias específicas — dependendo, em especial, da natureza da carga — e segundo o critério do inspetor.

No caso dos transportes abrangidos pela Diretiva 95/50/CE6 relativa a procedimentos uniformes de controlo do transporte rodoviário de mercadorias perigosas, outros requisitos específicos poderão ser aplicados.

8. Exemplos de dispositivos de imobilização de carga para mercadorias específicas

No presente capítulo são descritos, com base nas melhores práticas, alguns métodos de imobilização de carga para mercadorias específicas, métodos esses que não podem facilmente ser concebidos através da simples aplicação dos princípios anteriormente mencionados.

8.1. PAINÉIS ARRUMADOS NUMA PLATAFORMA COM ARMAÇÕES EM A

As armações em A são muitas vezes utilizadas para transportar objetos planos de grandes dimensões, tais como placas de vidro, paredes de betão, placas de aço espessas, etc.

As armações em A podem ser fixadas de forma permanente no veículo ou podem ser amovíveis. Podem também ser colocadas no sentido da condução ou no sentido transversal.

Em todos os casos, a resistência da armação em A constitui uma grande preocupação.

As armações em A podem ter tendência a dobrar ou partir quando expostas a forças de inércia nos painéis. As armações em A amovíveis podem também dobrar ou partir quando levantadas. As armações em A devem, portanto, ser concebidas a nível profissional e recomenda-se que seja emitido um certificado que indique o peso máximo autorizado da carga a transportar na armação, a altura máxima da carga na armação, o método para imobilizar a carga na armação e, se for necessário, o método para imobilizar a armação no veículo. O certificado deve ser assinado pelo responsável pela conceção ou pela pessoa competente.



Figura 45: Armação em A destruída



Figura 46: Armação em A amovível

Quando devidamente concebida e utilizada, uma armação em A é uma construção muito fiável para suportar painéis de grandes dimensões durante o transporte. Na prática, as armações em A têm uma classificação de risco elevado devido à utilização incorreta. Recomenda-se vivamente uma formação adequada.

Para armações em A amovíveis, os dispositivos de imobilização têm de impedir o deslizamento e a inclinação da armação em A carregada com painéis. O travamento é o método recomendado. Se o travamento não for aplicável, deve optar-se pelo bloqueio local para impedir o deslizamento. Muitas vezes, pode recorrer-se a amarração direta para impedir a inclinação. Há que ter em atenção que uma amarração direta que vá do topo da armação em A até à estrutura do veículo não impede, na maioria das vezes, o deslizamento da armação.

As armações em A devem ser carregadas e descarregadas de forma simétrica: aproximadamente o mesmo peso em ambos os lados da armação

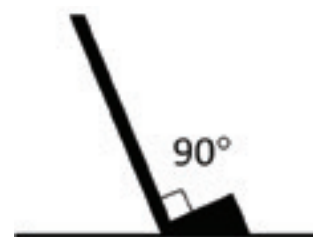


Figura 47: Pé da armação em A

É também fortemente recomendado que o pé da armação em A esteja num ângulo reto (ou inferior) em direção ao lado inclinado, de acordo com a Figura 43. Se tal não for possível, a carga deve ser colocada sobre cunhas fixadas à plataforma.

Em todos estes casos, a carga deve ser devidamente imobilizada na armação em A. De modo geral, podem ser utilizados os métodos explicados no capítulo 5.

- O bloqueio local por meio de um travão mecânico é o método preferido para evitar o deslizamento dos painéis no plano dos painéis. Este método é fácil de aplicar a armações em A concebidas para dimensões e tipos específicos dos painéis. Em alternativa, são utilizadas amarrações horizontais com lançantes a baixa altura.
- Para impedir a inclinação dos painéis, podem ser utilizadas duas cintas de amarração envolvente com proteção adequada nos cantos cortantes. O número mínimo de cintas para impedir a inclinação depende do ângulo de declive da armação em A, da espessura dos painéis, do ângulo de inclinação do pé da armação, do atrito entre painéis, da elasticidade das cintas, etc.
- Em alternativa, podem ser utilizadas cintas de amarração de topo para impedir o deslizamento e a inclinação na direção transversal. O número mínimo de cintas necessárias deve ser calculado utilizando as fórmulas mencionadas na norma EN12195-1. O bloqueio na base poderá ser aplicado para impedir deslizamento na direção transversal.
- Recomenda-se a utilização de tapetes antiderrapantes ou de madeira na zona de contacto entre a carga e a armação em A.



Figura 48: Método de imobilização através da combinação de bloqueio, armação em A, amarração envolvente e amarração de topo

8.2. CARGAS DE MADEIRA

A presente secção destina-se a fornecer orientações gerais sobre as medidas necessárias para o transporte seguro de madeira, madeira de serração ou toros de madeira. A madeira é um bem «vivo», o que pode conduzir a movimentos independentes de partes da carga se a retenção não for adequada.

8.2.1. Madeira serrada embalada

A madeira serrada é geralmente transportada em embalagens padrão que cumprem os requisitos da norma ISO4472 e outras normas conexas. Se a madeira for coberta, por exemplo por película retrátil ou película envolvente, devem ser aplicados diferentes valores de atrito. Estas embalagens são geralmente atadas com cintas ou presas com cabos metálicos e, antes de serem carregadas, é necessário verificar as condições de segurança das cintas. Se as cintas estiverem danificadas ou

pouco firmes, é necessário verificar com particular atenção se a totalidade da carga se encontra adequadamente imobilizada no veículo. No entanto, as cintas de plástico ou de aço não devem ser consideradas mecanismos de imobilização de carga.

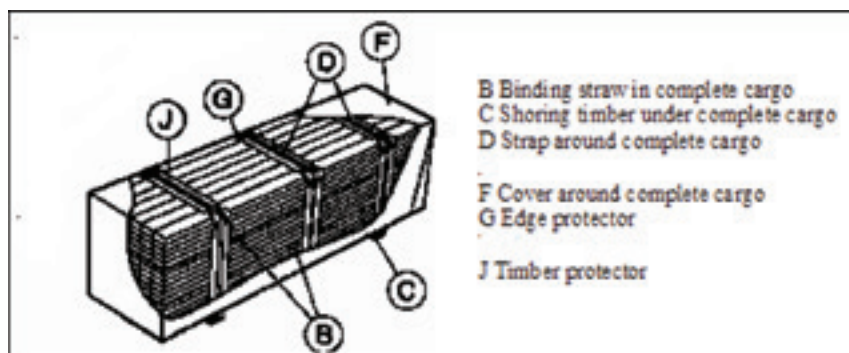


Figura 49: Embalagem normalizada em conformidade com a norma ISO 4472

As embalagens de madeira serrada devem ser transportadas, de preferência, em plataformas de carga equipadas com escoras centrais. Quando as escoras centrais forem utilizadas, cada secção deve ser imobilizada, para impedir movimentos para os lados, por:

- No mínimo, duas escoras, se o comprimento da secção for igual ou inferior a 3,3 m
- No mínimo, três escoras, se o comprimento da secção for igual ou superior a 3,3 m

Para além das escoras centrais, cada secção deve ser imobilizada por, pelo menos, três cintas de amarração de topo, cada uma das quais com uma pré-tensão de, pelo menos, 400 daN e uma CA de, pelo menos, 1 600 daN. Na direção longitudinal, as embalagens devem ser imobilizadas como qualquer outro tipo de carga.

Se não houver escoras centrais e se as embalagens estiverem atadas de forma adequada e rígida, estas podem ser imobilizadas como qualquer outro tipo de carga.

8.2.2. *Toros de madeira e madeira serrada não embalada*

Os princípios gerais de distribuição da carga devem ser respeitados e é importante assegurar que, sempre que possível, a carga é bloqueada contra o painel de proteção da cabina.

É recomendada a utilização de correntes ou cintas de amarração e todas as amarrações devem ser inspecionadas e mantidas em tensão durante toda a operação de transporte. Todas as cintas devem ter uma CA de, pelo menos, 1 600 daN com uma pré-tensão de, pelo menos, 400 daN. Recomenda-se a utilização de um tensor automático.

Em especial, a carga e as amarrações devem ser inspecionadas antes da passagem de uma estrada florestal para uma estrada nacional.

Não se recomenda o transporte de toros empilhados transversalmente (em relação ao veículo) e suportados pelo painel de proteção da cabina e pelo suporte traseiro (chumaceira); é mais seguro transportá-los longitudinalmente (dispostos ao longo do comprimento do veículo) em várias pilhas, suportadas individualmente por suportes verticais (escoras).

Empilhamento longitudinal

Cada toro ou peça de madeira das extremidades deve ser travado por, no mínimo, dois pares de suportes verticais (escoras). A resistência das escoras deve ser suficiente para evitar que a largura do veículo seja excedida em caso de exposição a uma aceleração lateral de 0,5 g. Os toros de comprimento inferior à distância entre duas escoras devem ser colocados no centro da carga e todos os toros devem, de preferência, ser carregados com o topo e a base alternados, de modo a assegurar uma distribuição uniforme da carga. As extremidades da madeira devem prolongar-se, no mínimo, 300 mm para além das escoras.

Transporte de toros de madeira

O centro dos toros colocados no topo das extremidades não deve ser mais alto do que as escoras. O toro central do topo deve estar mais alto do que os toros laterais para «coroar» a carga e permitir uma tensão correta das amarrações, conforme ilustrado abaixo:

As árvores devem estar apoiadas num calce de chaveta ou numa travessa dentada.

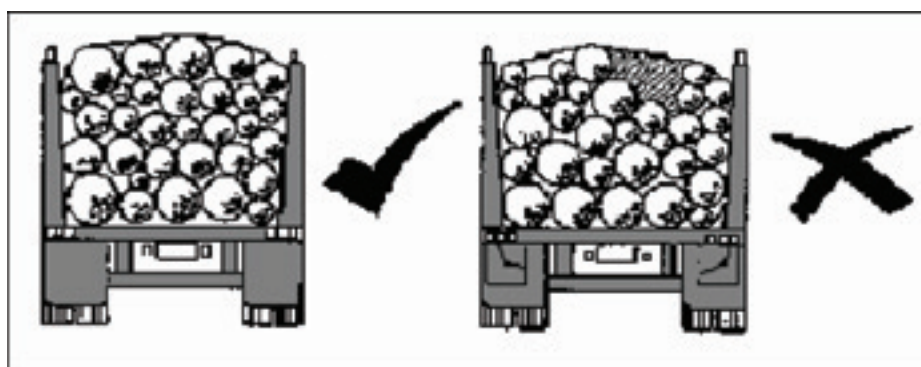


Figura 50: Carregamento correto (esquerda) e incorreto (direita) de toros de madeira

Conjunto de veículos com painel de proteção da cabina no veículo-trator

À frente da primeira secção de toros de madeira — entre a cabina de condução e os toros de madeira — deve ser instalado um painel de proteção da cabina cuja resistência esteja em conformidade com a norma EN12642 e com a classificação XL e a carga não deve ser colocada acima do painel de proteção da cabina.

Devem ser apertadas amarrações de topo e outras idênticas, que exerçam uma pressão vertical na madeira, sobre cada uma das secções de carga (pilha de toros) nas seguintes quantidades:

- a) Uma, no mínimo, se a secção da carga for constituída por toros ainda com casca, até um comprimento máximo de 3,3 m.
- b) Duas, no mínimo, se a secção da carga exceder 3,3 m ou, independentemente do comprimento, se a casca tiver sido removida.

As cintas de amarração de topo devem ser colocadas transversalmente entre os pares frontais e traseiros de escoras laterais de cada secção da carga, o mais simetricamente possível.



Figura 51: Imobilização de toros de madeira

Conjunto de veículos sem painel de proteção da cabina no veículo-trator

Se um veículo não estiver equipado com um painel de proteção da cabina de resistência suficiente ou pré-tensores automáticos, serão necessárias mais cintas, ou seja, 2 cintas até 3 m de comprimento dos toros de madeira, 3 cintas até 5 m e 4 cintas de 5 m ou mais.

Nota: Se os toros de madeira tiverem neve e/ou gelo, é necessária uma cinta adicional em função do atrito remanescente.

Empilhados transversalmente

Os toros empilhados transversalmente ao longo de um veículo de caixa aberta não podem ser imobilizados adequadamente através de sistemas de retenção convencionais. Foi experimentalmente demonstrado que numa travagem de emergência os toros empilhados transversalmente se comportam de forma semelhante a uma carga líquida. A passagem transversal de cintas ou correntes desde a frente até à traseira do veículo, passando pelo topo dos toros, não constitui um sistema de imobilização de carga aceitável.

Os toros empilhados transversalmente devem ser transportados apenas entre taipais laterais rígidos ou taipais de caixas, sendo que neste último caso nenhum pedaço de madeira deve caber nas aberturas da caixa. Na direção longitudinal, a carga deve ser subdividida em secções com anteparas ou escoras rígidas. Nenhuma secção deve ter um comprimento superior a 2,55 m. Cada secção deve ser imobilizada através de amarração de topo mediante, no mínimo, 2 cintas, cada uma das quais com uma força de pré-tensão de, pelo menos, 400 daN e uma CA de, pelo menos, 1 600 daN.

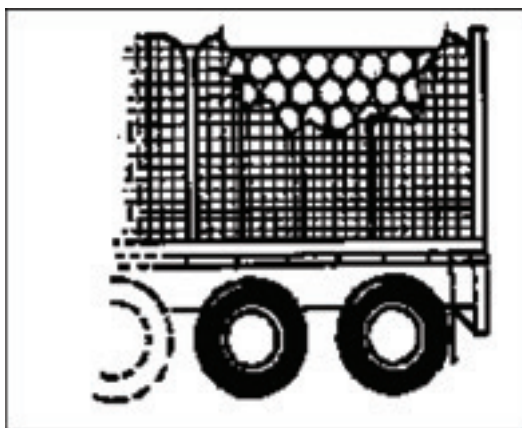


Figura 52: Toros empilhados transversalmente com abertura lateral

8.2.3. Postes longos

O transporte de postes longos e de troncos inteiros é uma área muito especializada do setor de transporte de madeiras. O problema específico do comprimento pode ser resolvido recorrendo a semirreboques convencionais com saliência longa. Em princípio, serão aplicadas as regras do transporte de madeira de comprimento padrão, tomando em consideração o comprimento adicional para calcular o número de cintas e a sua resistência. No entanto, na maioria dos casos, esta solução não é adequada ao comprimento significativo das árvores.



Figura 53: Transporte de troncos inteiros

Por conseguinte, as árvores são carregadas em dois quadros giratórios, cada um com um par de escoras. O caso típico consiste na utilização de um carro de movimentação, que é atrelado ao veículo trator apenas através da carga. Normalmente, estes carros de movimentação têm um eixo direcional controlado de forma mecânica ou hidráulica pelo ângulo entre a carga e o carro de movimentação. O carro de movimentação é rebocado pelo veículo trator através da carga, mas tem os seus próprios travões. Para travagens de emergência, concretamente, é necessária uma coordenação perfeita entre os travões do veículo trator e os travões do carro de movimentação, a fim de impedir a transmissão de forças elevadas do carro de movimentação para o veículo trator através da carga. Assim, é muito importante proceder a uma manutenção adequada deste tipo de veículos.

A carga deve ser imobilizada com, pelo menos, duas amarrações por cada par de escoras para salvaguardar a falha de uma das cintas. Cada uma das cintas deve ter uma força de pré-tensão de, pelo menos, $F_{TP} = 750$ daN. Em cada par de escoras, o da frente e o de retaguarda, devem ser aplicadas forças de pré-tensão de, pelo menos, 2 000 daN.

Em muitos países, este tipo de transporte exige uma autorização específica para situações de transporte atípico. Poderão ser necessárias muitas medidas adicionais, tais como iluminação adicional, lanternas ou mesmo uma escolta.

8.3. CONTENTORES DE GRANDES DIMENSÕES

Os contentores ISO e os porta-cargas idênticos com pontos de ancoragem para fechos rotativos devem, preferencialmente, ser transportados em plataformas de carga equipadas com fechos rotativos adequados. No entanto, os contentores de grandes dimensões destinados ao transporte rodoviário, com ou sem carga, podem, em alternativa, ser imobilizados através de um só método ou de uma combinação de métodos, tal como descrito no capítulo 5 e calculado no capítulo 6.



Figura 54: Imobilização de troncos inteiros

8.4. TRANSPORTE DE MÁQUINAS MÓVEIS

A secção seguinte fornece orientações sobre as medidas necessárias para o transporte seguro de máquinas de trabalho móveis com lagartas ou rodas, tais como gruas, escavadoras, cilindros, raspo-transportadoras, empilhadores, plataformas elevatórias de tesoura ou plataformas elevatórias móveis, em veículos sem restrições de circulação no espaço da UE. Não aborda o transporte de máquinas de grande porte, etc., em veículos para fins especiais cuja utilização nas estradas está subordinada à obtenção de autorizações. No entanto, as orientações gerais contidas na presente secção aplicam-se a um grande número de casos.

Recomenda-se vivamente que os fabricantes de tais máquinas forneçam instruções completas sobre a forma de imobilizar os seus produtos para transporte, o equipamento de imobilização necessário e os conselhos sobre o método de arrumação e imobilização adequado. Além disso, os fabricantes devem instalar pontos de amarração, se necessário, e marcá-los devidamente. No caso das máquinas equipadas com pontos de amarração específicos para o transporte, esses pontos devem ser utilizados e as máquinas arrumadas e imobilizadas de acordo com as instruções do fabricante. No caso de não existirem instruções do fabricante disponíveis, as amarrações ou os dispositivos de imobilização apenas devem ser fixados a componentes das máquinas que possuam resistência

suficiente para suportar os esforços que lhes serão impostos. Por exemplo, as correntes de lagartas não devem ser utilizadas para prender ganchos de correntes ou cintas de amarração, a menos que tal seja autorizado pelo fabricante.

Os motoristas devem ponderar, em especial, os perigos típicos destes tipos de situações de transporte:

- Os motoristas devem verificar as dimensões do transporte antes da partida e estudar o percurso para verificar se existem potenciais obstáculos, tais como pontes de altura reduzida. Além disso, a altura real do veículo com a carga pode ser indicada na cabina como lembrete para o motorista.
- As cargas com centro de gravidade elevado podem afetar seriamente a estabilidade do veículo, pelo que tais máquinas só devem ser transportadas em veículos com uma altura reduzida da plataforma.

Uma máquina com rodas ou lagartas deve ser amarrada ao veículo de transporte com o travão de estacionamento acionado. A eficácia do travão de estacionamento, por si só, é limitada pela resistência de atrito entre a máquina e a plataforma do veículo de transporte, bem como pela capacidade de travagem do travão de estacionamento. Mesmo em condições normais de condução, a sua eficácia é insuficiente e o veículo deve dispor de um sistema de retenção adicional. Este sistema deve consistir em amarração que impeça a carga de se deslocar para a frente ou para trás, através de um dispositivo de bloqueio fixado firmemente ao veículo. Estes equipamentos devem estar encostados às rodas ou lagartas ou a outra parte do equipamento transportado.

Todos os sistemas móveis, tais como gruas, suportes, plataformas telescópicas e cabinas, etc., devem ser deixados na posição de transporte recomendada pelo fabricante e ser imobilizados de modo a impedir movimento em relação ao corpo principal da máquina.

Antes da colocação da máquina num veículo de transporte, deve ser removida qualquer sujidade que possa saltar e obstruir a via ou danificar outros veículos. A rampa, os pneus da máquina e a plataforma do próprio veículo de transporte não devem conter óleo, gordura, gelo, etc., para não reduzir o atrito entre a carga e a plataforma.



Figura 55: Transporte de máquinas móveis

A máquina deve ser preferencialmente posicionada na plataforma do veículo de transporte, de modo a que o movimento para a frente seja travado por parte da carroçaria do veículo, por exemplo pelo pescoço de cisne, estribo ou painel de proteção da cabina, ou por um elemento transversal acoplado de forma segura ao quadro do veículo através da plataforma. Além disso, a máquina e todos os seus componentes separados devem ser acondicionados de modo a que os pesos máximos por eixo autorizados não sejam excedidos e o manuseamento seguro do veículo não seja prejudicado. O espaço livre entre as partes inferiores dos veículos de carga baixos e a superfície da via deve ser verificado antes de iniciar o movimento, de modo a determinar se existe espaço livre suficiente para impedir que o veículo bata no chão.

As máquinas com rodas e as máquinas ligeiras com lagartas devem ser retidas de modo a minimizar o efeito de solavanco causado por ressaltos no solo, transmitido pelo veículo de transporte e amplificado pelos pneus ou pelas suspensões da máquina. Sempre que possível, a suspensão da máquina deve ser travada e o movimento vertical limitado por amarrações ou outro sistema de retenção. Caso contrário, a estrutura ou o quadro da máquina deve apoiar-se em blocos. A menos que a máquina esteja apoiada, a área total de contacto das lagartas ou dos cilindros e, no mínimo, metade da largura do pneu devem estar assentes na plataforma do veículo de transporte. Se as lagartas excederem a estrutura do veículo de transporte, a estrutura ou o quadro da máquina deve estar apoiado.

A máquina deve dispor de sistemas de retenção contra movimentos para a frente, para trás ou laterais, utilizando correntes ou cintas de amarração fixadas aos pontos de ancoragem do veículo. Todas as amarrações devem possuir um tensor.

Ao decidir o número de pontos de fixação a utilizar ao aplicar um sistema de retenção, devem ser considerados os fatores seguintes:

1. A necessidade de posicionar a máquina para obter a distribuição correta da carga a fim de cumprir os requisitos legais de carga por eixo e garantir que o manuseamento do veículo não é prejudicado.
2. A existência de outras funcionalidades de retenção da carga no veículo.
3. A máquina tem rodas, lagartas ou cilindros?
4. O peso da máquina a transportar.
5. Devem ser utilizadas, no mínimo, quatro cintas.
6. Devem ser utilizados, no mínimo, quatro pontos de ancoragem.
7. Não se recomenda a amarração de topo sobre a cabina do condutor nem a cobertura de máquinas móveis.

AVISO: Os veículos nunca devem ser conduzidos, por muito curta que seja a distância, com equipamentos distendidos ou numa posição não travada.

8.5. TRANSPORTE DE AUTOMÓVEIS, FURGÕES E PEQUENOS REBOQUES

A presente secção aborda o transporte de veículos (adiante designados «automóveis transportados») das categorias M1 e N1 em outros veículos rodoviários (adiante designados «transportador de automóveis»). Recomenda-se vivamente recorrer apenas a transportadores de automóveis especialmente concebidos para esse fim.

As orientações apresentadas abaixo não contrariam quaisquer orientações fornecidas pelo fabricante do transportador de automóveis. Por conseguinte, recomenda-se vivamente que os fabricantes de transportadores de automóveis



Figura 56: Transporte de automóveis

forneçam orientações para a imobilização de automóveis transportados adaptadas ao respetivo transportador de automóveis. Significa isto que o manual de instruções do transportador de automóveis pode aplicar limites diferentes no que diz respeito à massa máxima dos automóveis transportados.

As disposições legais em matéria de comprimento, altura, largura e massa máximos devem ser particularmente tidas em conta no que se refere aos transportadores de automóveis.

Só no caso de o fabricante do transportador de automóveis não fornecer orientações é que as seguintes orientações serão aplicadas por defeito.

Se um transportador de automóveis estiver equipado com rampas e plataformas manobráveis, estas não devem ser utilizadas sem instruções prévias, quer de uma pessoa devidamente informada, quer de um manual de instruções completo. Em especial, os veículos transportados devem ser carregados de acordo com as disposições do fabricante no respeitante à posição das rampas e das plataformas manobráveis durante o trajeto. Têm de ser aplicadas as orientações do fabricante relativas ao modo de imobilizar as rampas e as plataformas durante o trajeto. Todas as medidas destinadas a melhorar a segurança dos operadores, tais como corrimãos e escadotes, devem ser utilizadas de acordo com o manual de instruções fornecido pelo fabricante. Recomenda-se vivamente que esteja disponível uma cópia das orientações do fabricante durante o trajeto, para consulta por parte de agentes da polícia ou em caso de inspeções técnicas na estrada.

Os veículos transportados devem ser preferencialmente carregados para a frente, uma vez que, em geral, não são concebidos para se deslocarem para trás a velocidades elevadas. A fim de assegurar uma distribuição uniforme da carga lateral, devem ser colocados com os respetivos centros de gravidade no plano longitudinal vertical médio do veículo. A distribuição vertical ideal da carga é conseguida se os veículos mais pesados forem colocados na plataforma inferior.

Se o veículo não estiver totalmente carregado, é especialmente importante considerar as orientações sobre a distribuição de carga, incluindo as cargas por eixo mínimas e máximas do transportador de automóveis e, se aplicável, do próprio reboque. A distribuição vertical da carga deve ser especialmente tida em conta. Normalmente, o centro de gravidade deve ser mantido tão baixo quanto possível.

A imobilização dos veículos é conseguida através de uma combinação de atrito, bloqueio e amarração:

a) Atrito:

De acordo com o manual de instruções do veículo transportado, são usados todos os dispositivos que mantenham o veículo imobilizado (por exemplo, a mudança na posição de estacionamento, na primeira velocidade ou em marcha-atrás; travagem manual ou eletrónica ativada).

b) Bloqueio:

As rodas são bloqueadas, colocando uma cunha ou uma barra à frente e/ou atrás das respetivas rodas. Estas cunhas ou barras de bloqueio são, de preferência, adaptadas para serem compatíveis com o transportador de automóveis e podem ser travadas na sua posição. Caso contrário, as cunhas ou barras devem ser fixadas à plataforma de carga para que não se soltem durante o trajeto. Em alternativa, cada uma das rodas pode assentar numa chanfradura. A altura efetiva de todos os tipos de dispositivos de bloqueio deve ser de, pelo menos, aproximadamente 17 % do diâmetro da roda.

c) Amarração:

Rodas imobilizadas por amarração de topo. Devem ser utilizadas cintas de amarração de acordo com a norma EN12195-2. A CA deve ser de, pelo menos, 1 500 daN. A cinta de

amarração deve ser diretamente ligada à plataforma de carga em ambas as extremidades. Passa por cima do piso do pneu na direção longitudinal e é fixada à plataforma o mais próximo possível do pneu. A fim de posicionar razoavelmente o suporte de alavanca, a cinta de amarração pode ser desviada por dispositivos específicos ou por barras de bloqueio. O mesmo se aplica, respetivamente, às rodas assentes em chanfraduras.

De modo geral, duas rodas de um automóvel transportado devem ser imobilizadas por cunhas colocadas à frente e atrás das rodas e por cintas, como disposto nas alíneas b) e c) acima. De preferência, são imobilizadas duas rodas opostas na diagonal. Para o veículo posicionado mais atrás no transportador de automóveis, deve ser imobilizada uma roda adicional, a saber, a do eixo mais próximo da traseira do transportador de automóveis.

No caso dos automóveis transportados carregados para a frente, a imobilização na roda da frente pode ser substituída por uma barra ou uma cunha de bloqueio colocada à frente de uma roda da frente.

No que se refere a veículos carregados numa plataforma inclinada, é necessário que três rodas estejam imobilizadas, sendo que uma delas deve ser imobilizada através de duas cunhas e uma cinta, como indicado nas alíneas b) e c) acima. As outras duas rodas devem ser imobilizadas com duas cunhas, como indicado na alínea b), ou com uma cinta, como indicado na alínea c).

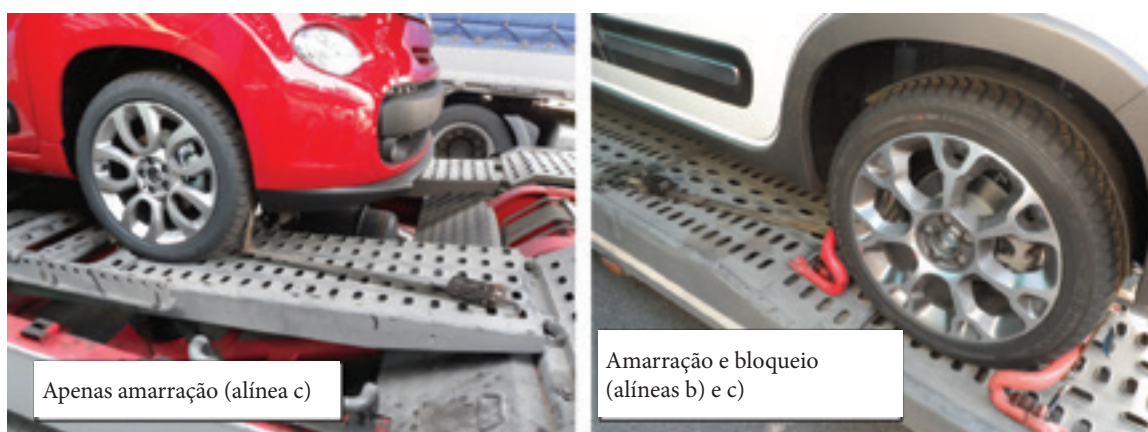


Figura 57: Dispositivos de imobilização para transporte de automóveis

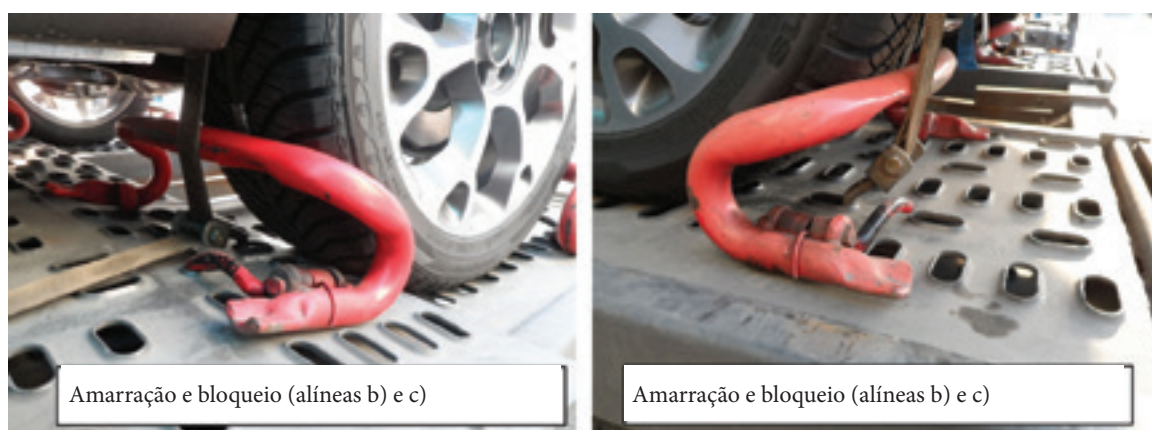


Figura 58: Dispositivos de imobilização para transporte de automóveis

Não é recomendado imobilizar veículos suspensos por meio de amarração direta da massa suspensa ao transportador de automóveis. Se este método for aplicado, deve ser objeto de avaliação individual. Os numerosos parâmetros a considerar para desenvolver tal método não permitem a

aplicação de orientações gerais como as acima referidas, válidas para a imobilização de veículos suspensos através das suas partes não suspensas (ou seja, normalmente através das rodas).

8.6. TRANSPORTE DE CAMIÕES, REBOQUES E QUADROS EM CAMIÕES

A presente secção aborda o transporte de veículos pesados (mais adiante «veículo pesado transportado») das categorias M2 e M3, N2 e N3, bem como das categorias O3 e O4 noutros veículos rodoviários (mais adiante «transportador de veículos pesados»). As presentes orientações não contrariam as orientações fornecidas pelo fabricante do transportador de veículos pesados. Assim, recomenda-se vivamente que os fabricantes de transportadores de veículos pesados forneçam orientações para a imobilização de um veículo pesado transportado, adaptadas ao respetivo transportador de veículos pesados. Significa isto que o manual de instruções do transportador de veículos pesados pode aplicar limites diferentes no referente à massa máxima dos veículos pesados transportados.

Se não forem fornecidas quaisquer orientações pelo fabricante de um transportador de veículos pesados, as seguintes orientações serão aplicadas por defeito a camiões e reboques com 4 a 20 t de peso real e com um diâmetro de roda máximo de 1,25 m.

Em geral, são aplicados os mesmos princípios que aos veículos das categorias M1 e N1 referidos no capítulo anterior. No entanto, as cintas de amarração a utilizar devem ter uma resistência de, pelo menos, $CA = 2\,500\text{ daN}$.

Duas rodas diagonalmente opostas devem ser imobilizadas. Para os veículos pesados transportados com mais de dois eixos, cada eixo adicional deve ser imobilizado por uma amarração adicional. Não são necessárias cunhas ou barras de bloqueio para estas amarrações adicionais.



Figura 59: Transporte de camiões e reboques

8.7. TRANSPORTE DE BOBINAS

8.7.1. Bobinas com mais de 10 toneladas

As bobinas pesadas, tais como bobinas de alumínio ou de aço, são, de preferência, transportadas num veículo construído para esse fim (o chamado transportador de bobinas).

Um transportador de bobinas tem um buraco em forma de cunha paralelo ao sentido da condução no piso do veículo. Os ângulos da cunha estão normalmente inclinados entre 29° e 35° para o plano horizontal. Desde que o peso da bobina seja suportado pela parte inclinada da cunha, não serão necessários quaisquer dispositivos de imobilização para impedir o deslizamento e o rolamento para os lados. O deslizamento na direção longitudinal pode ser impedido utilizando tapetes antiderrapantes de elevada qualidade. No entanto, estes tapetes não impedem o movimento telescópico de uma bobina. O movimento telescópico depende fortemente da consistência dos enrolamentos de uma bobina, do atrito entre camadas sucessivas numa bobina e do acondicionamento da bobina. No entanto, nem mesmo várias cintas de aço impedem o movimento telescópico de bobinas pesadas, mal enroladas e fabricadas num material escorregadio. Dois postes posicionados à frente da bobina (folga inferior a 40 mm) impedem o deslizamento e o movimento telescópico da bobina

para a frente. Uma cinta de amarração nos lados esquerdo e direito da bobina impedem o deslizamento e o movimento telescópico da bobina para trás. A capacidade de bloqueio mínima exigida dos postes e das cintas depende da massa da bobina e da tendência da mesma para se deslocar de forma telescópica. Os principais requisitos para bobinas de aço bem enroladas e não propensas a inclinação encontram-se resumidos na figura abaixo. Recomenda-se a realização de um ensaio prático a fim de determinar os valores para outros tipos de bobinas.

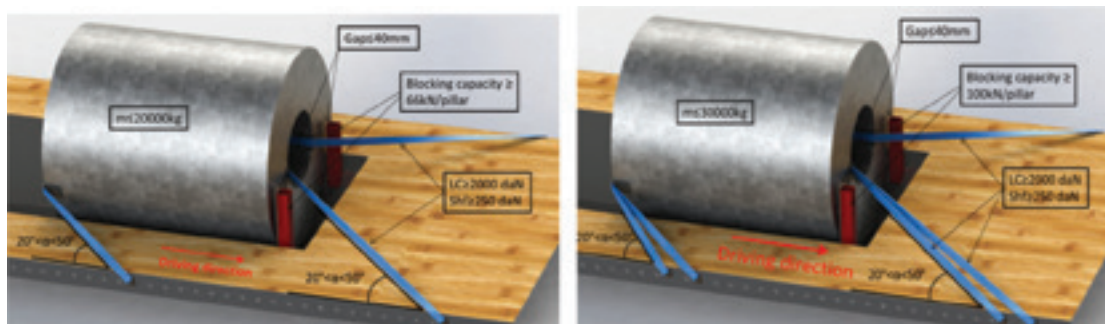


Figura 60: Transporte de bobinas de aço enroladas

As bobinas curtas de grande diâmetro são propensas a inclinação. A inclinação das bobinas pode ser impedida ao agrupar várias bobinas para formar uma unidade ou ao posicionar postes mais altos, com resistência suficiente, à frente da(s) bobina(s). Em alternativa, pode ser utilizado uma barra de bloqueio horizontal fixada a taipais rígidos do veículo.



Figura 61: Transporte de bobinas em veículos especializados

Se não existir um suporte de bobina, recomenda-se vivamente uma construção específica em aço para impedir o deslizamento, o rolamento, a inclinação e o movimento telescópico da bobina, tal como ilustrado nas figuras abaixo.

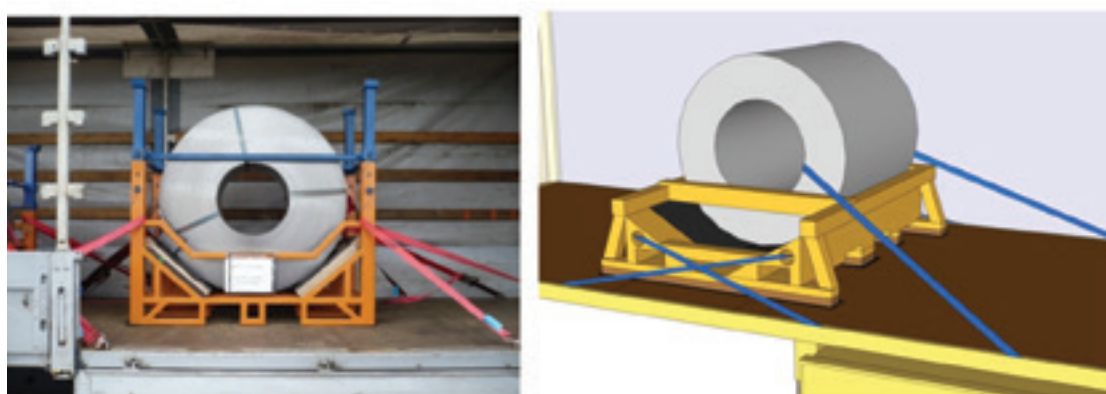


Figura 62: Construção específica para o transporte de bobinas

8.7.2. Bobinas com menos de 10 toneladas

As bobinas de aço e alumínio (e similares) com peso baixo e médio são, de preferência, transportadas num suporte de bobina, tal como descrito no ponto 8.10.a.

Em alternativa, pode ser utilizada uma cunha de apoio. A cunha de apoio é uma estrutura concebida para uma bobina de furo horizontal:

- as cunhas em que assenta a bobina devem exceder a largura total desta;
- deve existir um dispositivo para corrigir o espaço entre as cunhas que compõem a cunha de apoio;
- apoio estável e espaço livre por baixo da bobina;

Qualquer um dos dispositivos de imobilização indicados infra pode ser usado para bobinas numa cunha de apoio em função do peso da bobina. A capacidade de amarração exigida depende da massa da bobina e da qualidade do acondicionamento utilizado para impedir o movimento telescópico. Recomenda-se utilizar sempre tapetes de atrito entre a bobina e a cunha de apoio, bem como entre a cunha de apoio e o piso.

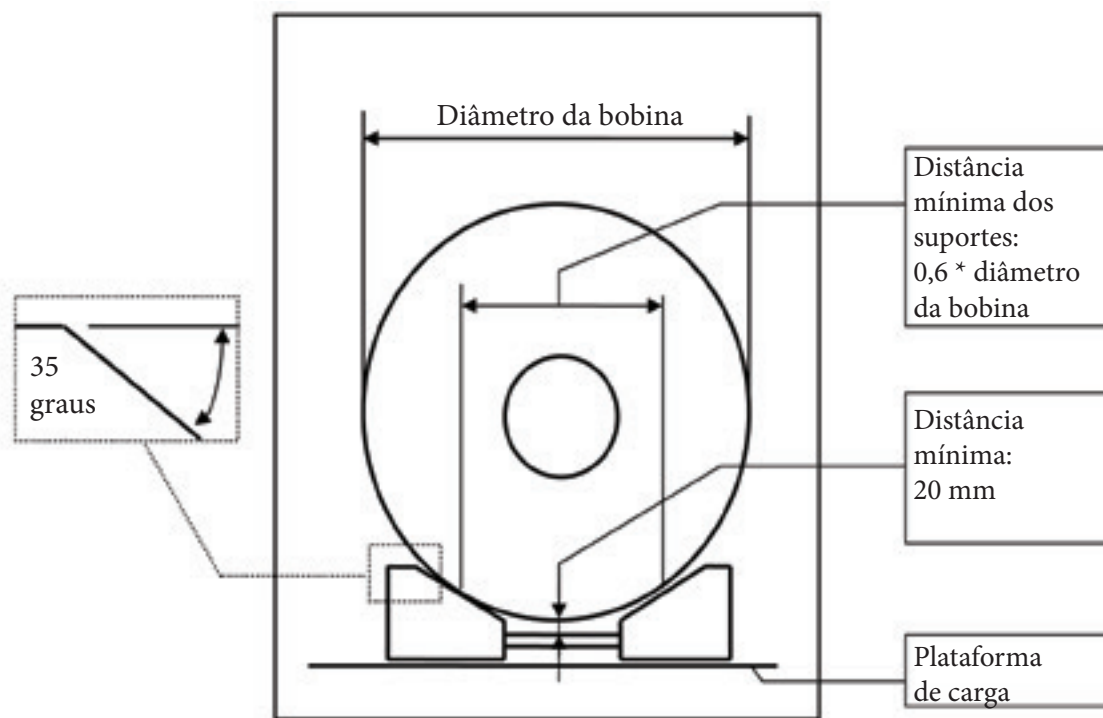


Figura 63: Características de uma cunha de apoio

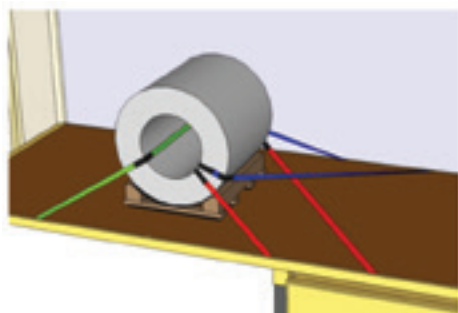


Figura 64: Bobina com peso baixo

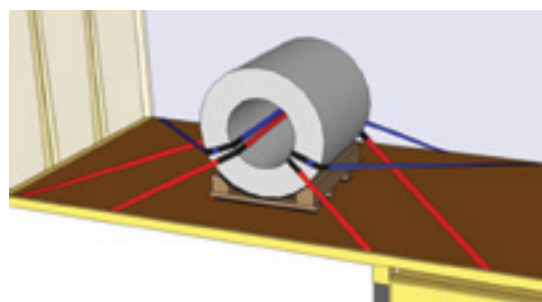


Figura 65: Bobina com peso médio



Figura 66: Bobina com peso médio

8.8. BEBIDAS

A imobilização de bebidas é bastante complicada, se a rigidez das unidades de carga não for certificada. A amarração direta não é possível, uma vez que as cintas tendem a danificar as bebidas. Coberturas de paletes específicas ou paletes vazias podem, em teoria, ser utilizadas para permitir a amarração descendente. No entanto, as bebidas não gaseificadas em garrafas PET podem facilmente ceder à combinação das forças da amarração descendente e da inércia transversal. Recomenda-se o agrupamento horizontal por cada quatro unidades de carga.

Para o transporte frequente de bebidas, deve ser utilizado um veículo específico para esse fim. Esse tipo de veículo é normalmente construído com cortinas de enrolar inclinadas, superiores às dos veículos com a classificação XL, e que puxam as bebidas para o meio do veículo. Até à data, estes veículos têm uma vedação fixa ou amovível na secção de simetria longitudinal. As bebidas são travadas para a frente pelo painel de proteção da cabina e, em alguns casos, por vedações intermédias.

8.9. TRANSPORTE DE MERCADORIAS EM PALETES

A paleta mais comumente utilizada no transporte de mercadorias é a EURO-paleta (ISO 445-1984). É feita essencialmente em madeira, sendo as dimensões normalizadas 800 x 1200 x 150 mm.

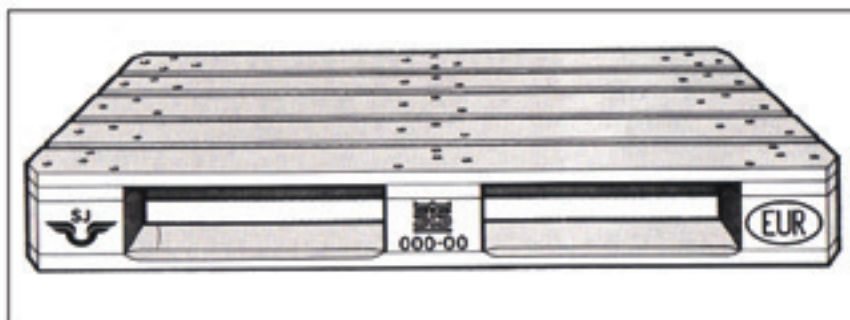


Figura 67: EURO-paleta

Quando são carregadas numa paleta caixas de carga com tamanho igual ou inferior à mesma, a paleta constitui um porta-cargas idêntico a uma plataforma de carga sem painéis laterais. Devem ser adotadas medidas para evitar que a carga deslize ou se incline em relação à paleta, nomeadamente através de dispositivos de amarração idênticos aos descritos supra. O atrito entre as superfícies da carga e da paleta é, por conseguinte, importante para o cálculo da imobilização da carga.

Devem igualmente ser tidos em conta o peso da carga e a relação altura/largura da paleta carregada (neste caso, o peso da paleta carregada corresponde ao peso de uma secção de carga).

Pode ser utilizada qualquer forma de imobilização da carga na paleta, por exemplo dispositivo de amarração, capa de película retrátil, etc., desde que a paleta consiga suportar um ângulo de inclinação lateral mínimo de 26,6° sem qualquer sinal significativo de distorção.

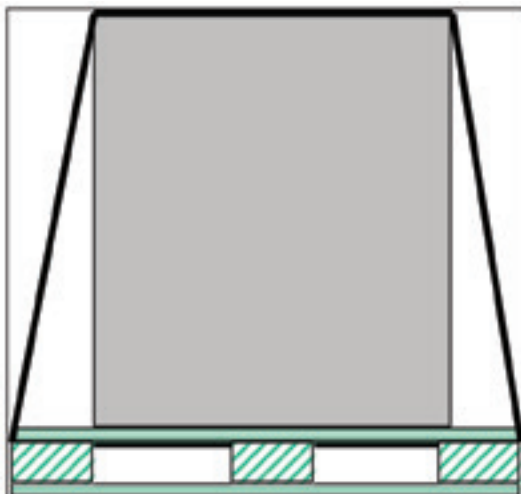


Figura 68: Unidade de carga amarrada a uma EURO-paleta

As paletes com armação metálica são frequentemente utilizadas para transporte de produtos alimentares. A imobilização de paletes com rodas com recurso a dispositivos de bloqueio é particularmente eficaz; no entanto, podem ser utilizados sistemas alternativos.

De forma a obter a maior segurança para uma carga total de duas EURO-paletes empilhadas num veículo com a classificação XL, recomenda-se arrumar as paletes da seguinte forma:

- nas 15 secções dianteiras, as paletes são arrumadas na direção transversal em duas filas (capacidade para 30 paletes).
- na secção traseira, as paletes são arrumadas na direção longitudinal em três filas (capacidade para 3 paletes).

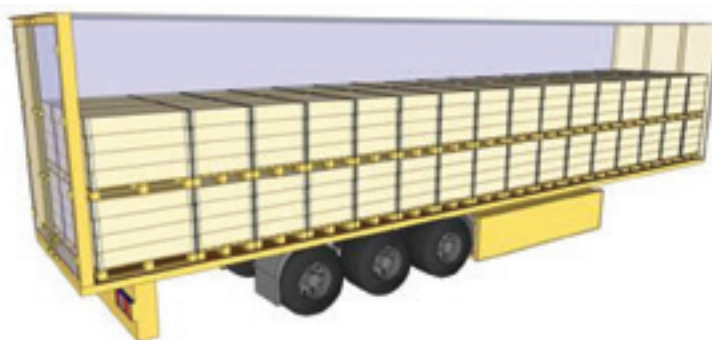


Figura 69: Acondicionamento de paletes num veículo com a classificação XL

As paletes especializadas, tais como paletes com rodas, são utilizadas em larga escala para distribuições.



Figura 70: Paleta com rodas com suportes laterais e barras para grampos

8.10. TRANSPORTE DE MERCADORIAS EM PALETES UTILIZANDO AMARRAÇÃO CRUZADA

Para o transporte de mercadorias em paletes, tais como sacos em paletes — devidamente embaladas com película, com cobertura extensível ou com película extensível —, pode ser utilizada uma combinação específica de amarrações. Esta combinação é denominada «amarração cruzada» e alia os efeitos de imobilização do agrupamento, da amarração de topo e da amarração direta. Pode ser aplicada a paletes de todas as dimensões, quer para cargas completas ou parciais. A amarração cruzada de topo e a amarração cruzada com lançantes podem ser aplicadas quando ensaiadas e certificadas.

Basicamente, uma amarração cruzada de topo consiste em duas cintas de amarração convencionais para um grupo de duas cargas de paletes ou para um grupo de quatro cargas de paletes. Ambas as amarrações são aplicadas como uma amarração de topo convencional, mas os pontos de amarração em ambos os lados do veículo são deslocados, criando assim uma cruz na superfície superior das cargas de paletes, tal como ilustrado nas Figuras 71 e 72.

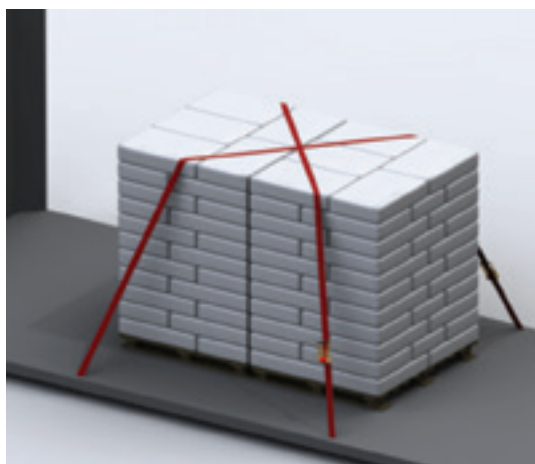


Figura 71: Duas paletes com amarração cruzada

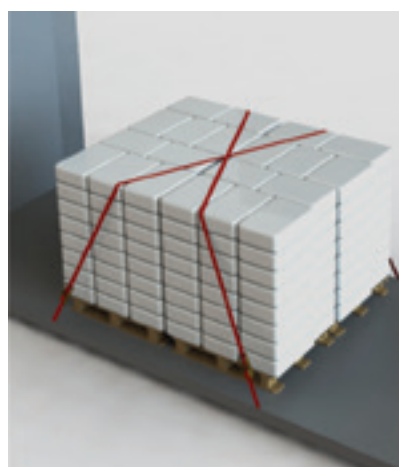


Figura 72: Quatro paletes com amarração cruzada

A amarração cruzada de topo pode impedir o deslizamento e a inclinação das paletes em ambos os sentidos transversais.

A eficácia da amarração cruzada de topo para produtos deformáveis não pode ser calculada, uma vez que depende do atrito, da massa, das dimensões e da deformação efetiva do produto. Portanto, a eficácia deve ser validada através de ensaios. Um ensaio realizado de acordo com o anexo B da norma EN12642 ou com o anexo D da norma EN 12195-1 deve revelar a capacidade das cargas de paletes com as amarrações cruzadas de topo para suportar as forças g , conforme exigido.

Em algumas situações, a amarração cruzada de topo descrita não é suficiente para suportar as forças de inércia no sentido da condução. Nesse caso, pode ser utilizada amarração cruzada com lançantes. Cada cinta de amarração é puxada à frente de um canto superior frontal do grupo de paletes, tal como ilustrado na figura 73. A amarração cruzada com lançantes gera uma força de retenção no sentido da condução comparável a uma amarração com lançantes convencional.

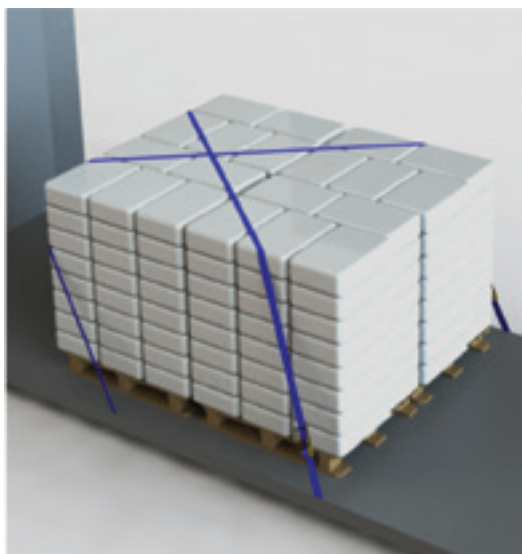


Figura 73: Quatro paletes com amarração cruzada com lançantes

Consoante o tipo de carga, pode recorrer-se a uma combinação específica das amarrações cruzada e de bloqueio. A Figura 74 mostra uma combinação muito prática: bloqueio por um painel de proteção da cabina, uma ou duas amarrações cruzadas com lançantes e uma amarração cruzada de topo para os restantes grupos de cargas de paletes.

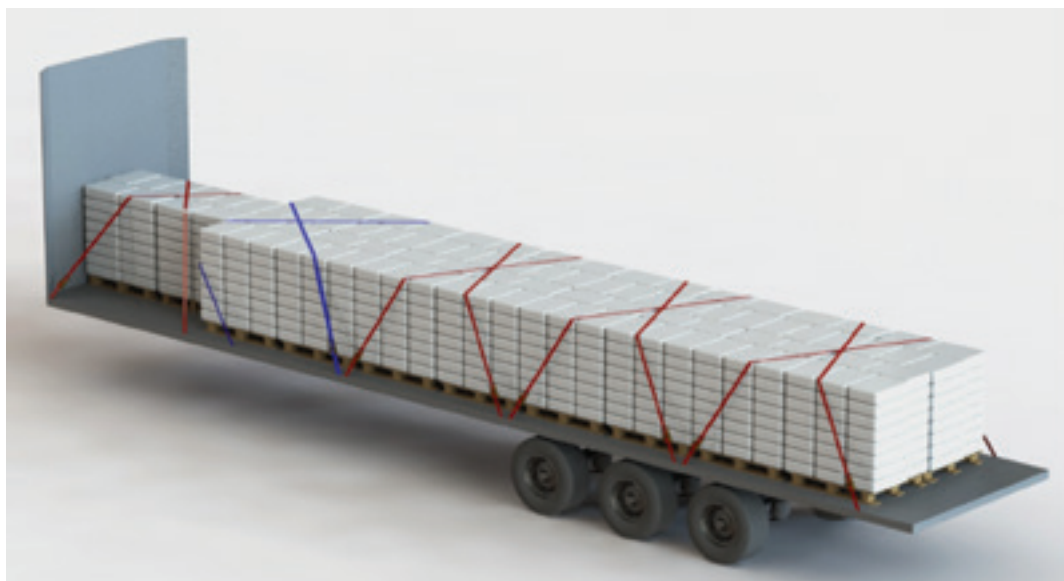


Figura 74: Reboque com uma combinação de bloqueio, amarração cruzada com lançantes e amarração cruzada de topo

8.11. CARGAS MISTAS

Todas as partes de uma carga mista devem ser imobilizadas para impedir o deslizamento, a inclinação e a deslocação em todas as direções. As cargas mistas são, de preferência, imobilizadas por bloqueio, mas poderá haver necessidade de recorrer a imobilização adicional através de cintas. Em princípio, cada tipo de carga pode ser imobilizado conforme descrito nas secções anteriores ou de acordo com as instruções constantes do Guia Rápido sobre Amarrações.



Figura 75: Dispositivo de imobilização à retaguarda para carga mista

Apêndice 1. Símbolos

F_A : força de aceleração

F_F : força de atrito

F_D : força de amarração direta

F_B : força de bloqueio

F_C : força de contacto entre a superestrutura do veículo e uma parte de carga, ou entre duas partes de carga

F_T : força de tensão real numa cinta de amarração

CA: capacidade de amarração de uma cinta, definida na norma EN12195-2/4

F_{TP} : força de tensão padrão de uma cinta, definida na norma EN12195-2/4

F_{MP} : força manual padrão de uma amarração, definida na norma EN12195-2/3

m: massa

β_x : ângulo entre a projeção horizontal da amarração direta e a direção longitudinal

β_y : ângulo entre a projeção horizontal da amarração direta e a direção transversal

α : ângulo entre a cinta e o plano horizontal

μ : fator de atrito, como definido na norma EN12195-1:2010

HG: Altura do centro de gravidade em relação à plataforma de carga

LG: distância horizontal entre o eixo de inclinação e o centro de gravidade

RBC: capacidade de bloqueio de referência

Apêndice 2. Guia Rápido sobre Amarrações

O Guia Rápido sobre Amarrações oferece instruções práticas e simplificadas para a imobilização de carga em conformidade com as fórmulas presentes na norma europeia EN 12195-1:2010 e com os princípios estabelecidos nas presentes orientações.

A.2.1. PROCESSO E LIMITAÇÕES

Os quadros relativos à amarração apresentados no presente Guia Rápido sobre Amarrações mostram o peso de carga em toneladas (1 000 kg) impedido de deslizar ou de inclinar por cada amarração. Os valores indicados nos quadros são arredondados para dois algarismos relevantes.

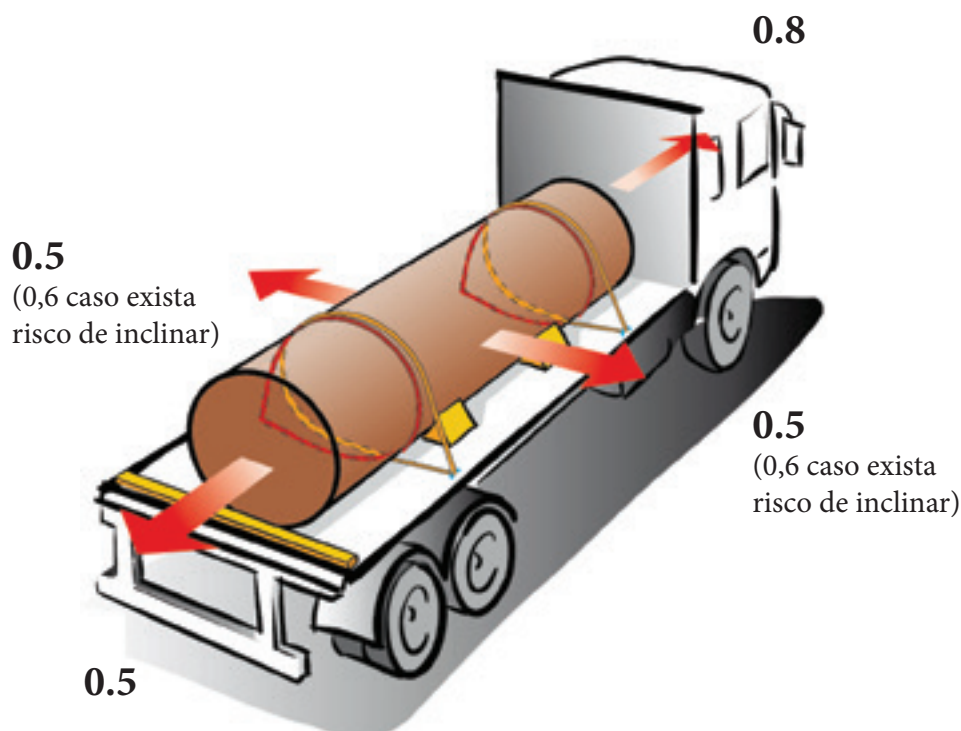
Nos quadros, «sem risco» significa que não existe risco de a carga deslizar ou inclinar. Mesmo que não exista risco de deslizamento ou inclinação, recomenda-se a utilização de, no mínimo, uma amarração de topo por cada 4 toneladas de carga ou de um dispositivo semelhante, de modo a impedir o deslocamento da carga não bloqueada devido a vibrações.

A.2.2. O EQUIPAMENTO DE IMOBILIZAÇÃO DE CARGA DEVE SUPORTAR...

... 0,8 do peso da carga para a frente

... 0,5 do peso da carga para os lados e para trás

... 0,6 do peso da carga para os lados, caso exista risco de a carga inclinar



A.2.3. CONDIÇÕES PARA IMOBILIZAR A CARGA TENDO EM CONTA O PRESENTE GUIA RÁPIDO SOBRE AMARRAÇÕES

A carga deve ser impedida de deslizar ou inclinar em todas as direções quando exposta a forças que se exercem durante o transporte.

A imobilização da carga deve ser feita por meio de travamento, bloqueio, amarração ou através de uma combinação destas técnicas.

Equipamento de amarração

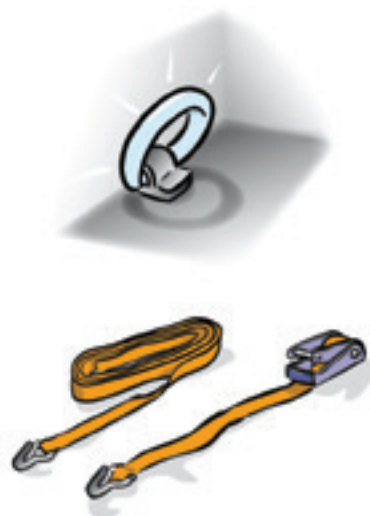
Os valores apresentados nos quadros do presente Guia Rápido sobre Amarrações foram calculados com base nos seguintes pressupostos:

... os pontos de amarração suportam 2 000 daN (2 toneladas sob tensão)

... as cintas têm uma capacidade de amarração (CA) de 1 600 daN (1,6 toneladas sob tensão)

... cintas com $F_{TP} = 400$ daN (apertadas a 400 kg).

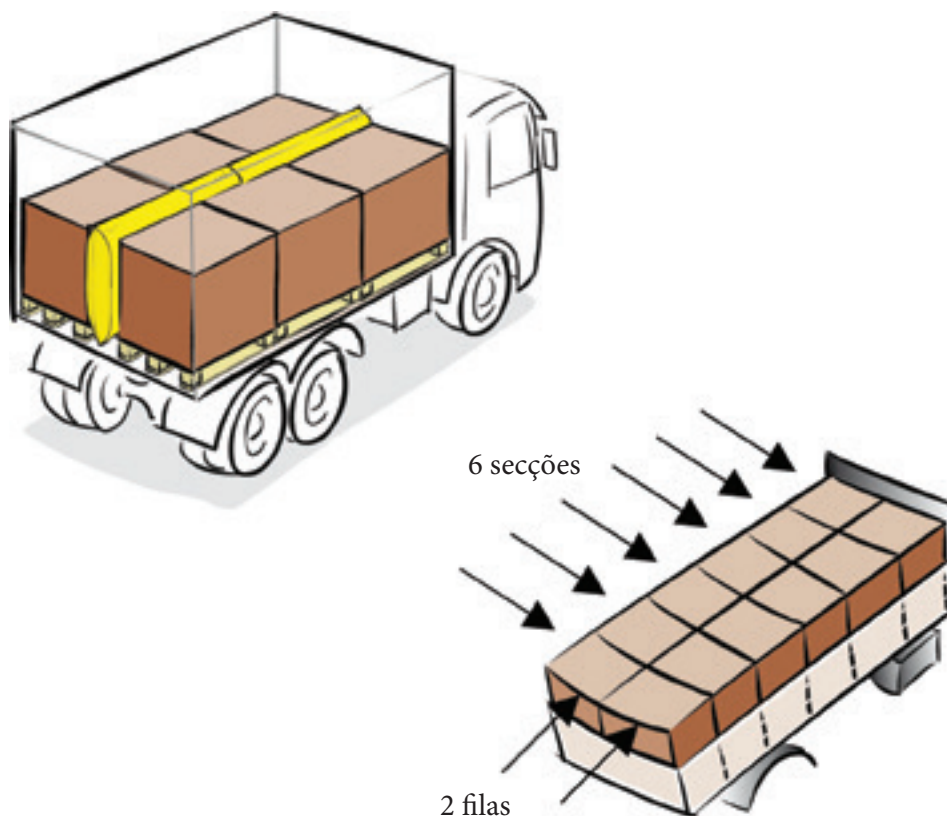
As cintas devem ser apertadas a um mínimo de 400 daN (400 kg) durante o transporte.



A.2.4. BLOQUEIO

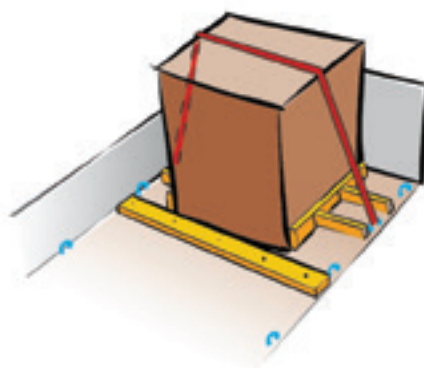
Sempre que possível, deve recorrer-se ao bloqueio como método para imobilizar a carga

O bloqueio consiste em posicionar a carga ou partes da carga diretamente contra o painel de proteção da cabina, os taipais laterais, as escoras, os suportes, os taipais ou partes da carga para impedir que esta(s) se mova(m). Em caso de bloqueio geral, a soma dos espaços vazios em qualquer direção horizontal não deve exceder os 15 cm. No entanto, entre cargas densas e rígidas, tais como o aço, o betão ou a pedra, os espaços vazios devem ser reduzidos tanto quanto possível.



Se a carga for bloqueada a uma altura suficiente, será impedida de deslizar e inclinar.

Se a carga só for bloqueada na base, poderá ser necessária uma cinta para impedir a inclinação (consultar os quadros relativos à inclinação no presente Guia Rápido sobre Amarrações).



Painel de proteção da cabina e taipal traseiro

Painéis de proteção da cabina e taipais traseiros em veículos com uma carga útil superior a 12,5 toneladas, construídos de acordo com a norma EN 12642 L.

Painel de proteção da cabina – EN 12642 L

| Fator de atrito, μ | Peso da carga (em toneladas) que pode ser travado contra o painel de proteção da cabina na direção da frente |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,15 | 7,8 |
| 0,20 | 8,4 |
| 0,25 | 9,2 |
| 0,30 | 10,1 |
| 0,35 | 11,3 |
| 0,40 | 12,7 |
| 0,45 | 14,5 |
| 0,50 | 16,9 |
| 0,55 | 20,3 |
| 0,60 | 25,4 |

Taipal traseiro - EN 12642 L

| Fator de atrito, μ | Peso da carga (em toneladas) que pode ser travado contra o taipal traseiro na direção de trás |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,15 | 9,0 |
| 0,20 | 10,5 |
| 0,25 | 12,6 |
| 0,30 | 15,8 |
| 0,35 | 21,0 |
| 0,40 | 31,6 |

Se o peso da carga for superior ao indicado nos quadros, para além do bloqueio, será necessário recorrer a uma amarração.

Prego de 100 mm (4 polegadas)



| PREGO de 100 mm (4 polegadas) Peso da carga (em toneladas) impedido de deslizar por cada prego | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| μ | Para os lados | | Para a frente | | Para trás | |
| | Cada lado – prego de 100 mm (4 polegadas) | | prego de 100 mm (4 polegadas) | | prego de 100 mm (4 polegadas) | |
| | Simples | Galvanizado | Simples | Galvanizado | Simples | Galvanizado |
| 0,2 | 0,36 | 0,53 | 0,18 | 0,26 | 0,36 | 0,53 |
| 0,3 | 0,55 | 0,80 | 0,22 | 0,32 | 0,55 | 0,80 |
| 0,4 | 1,1 | 1,6 | 0,27 | 0,40 | 1,1 | 1,6 |
| 0,5 | sem risco | sem risco | 0,36 | 0,53 | sem risco | sem risco |
| 0,6 | sem risco | sem risco | 0,55 | 0,80 | sem risco | sem risco |
| 0,7 | sem risco | sem risco | 1,1 | 1,6 | sem risco | sem risco |

Estes valores são retirados do curso-modelo 3.18 da OMI e recalculados de acordo com a norma EN 12195-1: 2010.

Carga não amarrada e risco de movimento

Se não existir risco de uma carga deslizar ou inclinar (tal como ilustrado nos quadros do presente guia), a carga pode ser transportada sem cintas de amarração.

Mesmo que não exista risco de deslizamento ou de inclinação, recomenda-se, regra geral, a utilização de, no mínimo, uma amarração de topo por cada 4 toneladas de carga ou de um dispositivo semelhante, de modo a impedir o deslocamento da carga não bloqueada devido a vibrações.



A.2.5. OUTRAS FORMAS DE IMOBILIZAR A CARGA

A carga pode igualmente ser imobilizada através de métodos de atrito ou de amarração.

Cálculo para requisitos de amarração

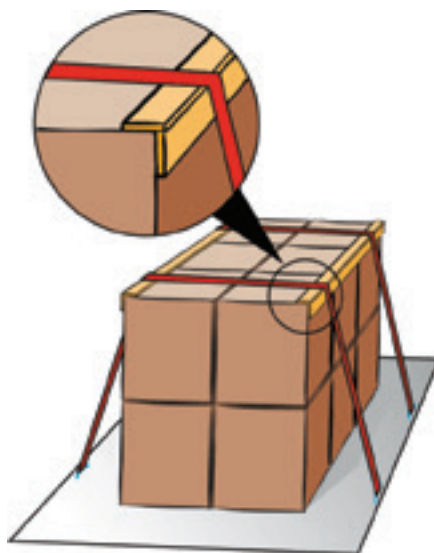
Se forem utilizadas amarrações para impedir o movimento da carga, então:

1. Calcular o número de cintas de amarração necessárias para impedir o deslizamento da carga.
2. Calcular o número de cintas de amarração necessárias para impedir a inclinação da carga.
3. O mais elevado destes dois valores indica o número mínimo de cintas de amarração necessárias.

Protetores de arestas

Em alguns casos, podem ser utilizadas menos cintas de amarração do que o número de secções da carga. Cada secção da carga deve estar imobilizada.

Um protetor de aresta pode ser utilizado para propagar os efeitos de cada amarração. Este pode ser fabricado de tábuas de madeira (pelo menos 25 mm x 100 mm). Outros materiais com os mesmos valores de resistência podem igualmente ser utilizados, tal como o alumínio ou materiais semelhantes. Pelo menos uma cinta de amarração deve ser utilizada numa em cada duas secções da carga, com uma em cada extremidade.



A.2.6. DESLIZAMENTO

O atrito entre a carga e a plataforma de carga (ou a carga por baixo desta) tem uma forte influência na capacidade que uma amarração tem de impedir o deslizamento da carga.

O quadro do Apêndice 4 apresenta os fatores de atrito típicos para combinações habituais de materiais em contacto entre si ou com a plataforma de carga do veículo.

Os valores apresentados no quadro são válidos para superfícies secas e húmidas, quando as mesmas se encontram limpas, intactas e sem geada, gelo ou neve. Se tal não for o caso, deve ser utilizado um fator de atrito (μ) = 0,2. Devem ser tomadas precauções especiais, se as superfícies estiverem gordurosas ou oleosas.

Em caso de amarrações diretas, sempre que a carga se puder mover um pouco antes de o alongamento das cintas fornecer a força de retenção desejada, aplica-se o atrito dinâmico, que deve ser considerado como sendo 75 % do fator de atrito. Esse efeito está incluído nos quadros do Guia Rápido sobre Amarrações.

A.2.7. INCLINAÇÃO

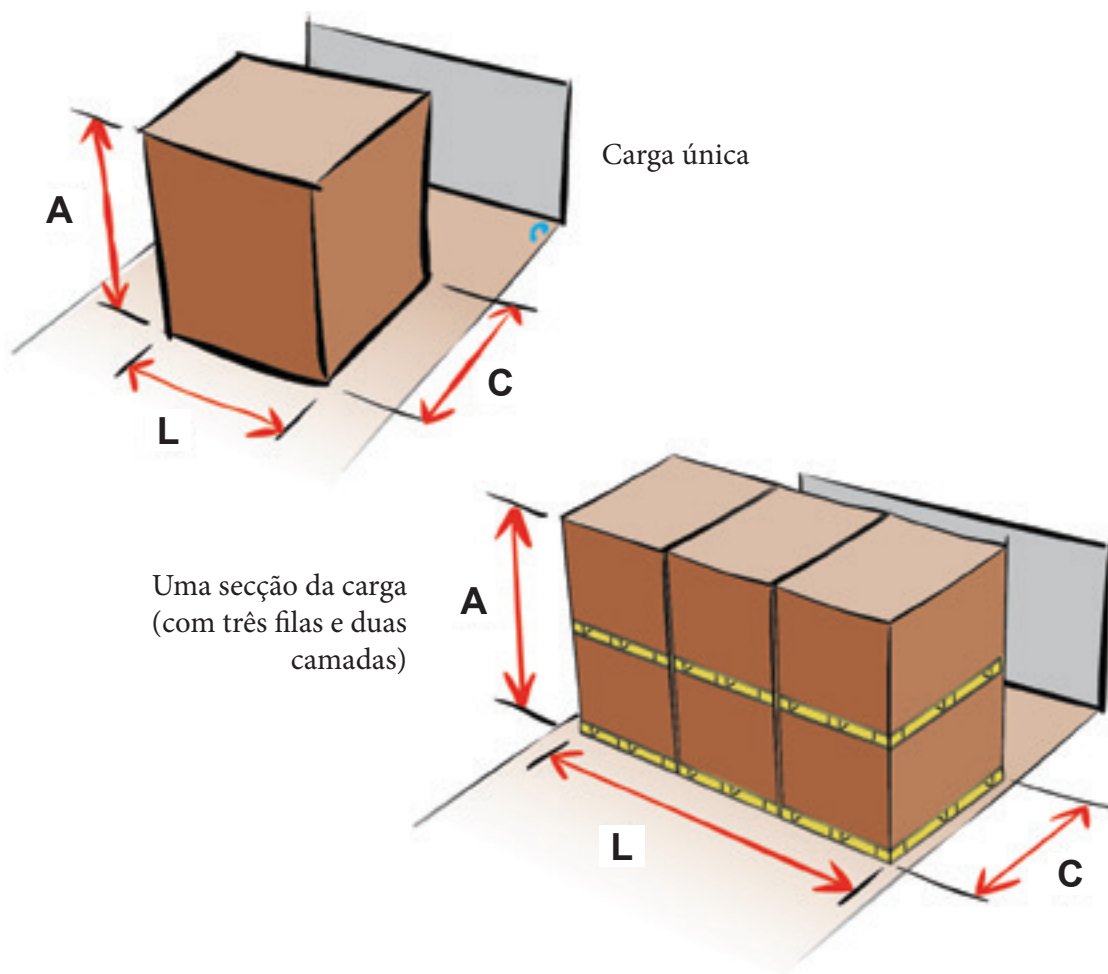
Para obter o peso máximo da carga impedido de inclinar, queira consultar os quadros do presente Guia Rápido sobre Amarrações.

Têm de ser calculadas as relações A/L (altura dividida pela largura) ou A/C (altura dividida pelo comprimento) da carga a imobilizar.

Os cálculos devem ser arredondados para o valor superior mais próximo indicado nos quadros.

Cargas com o centro de gravidade próximo do seu centro

As figuras seguintes explicam como medir A (altura), C (comprimento) e L (largura) da carga.



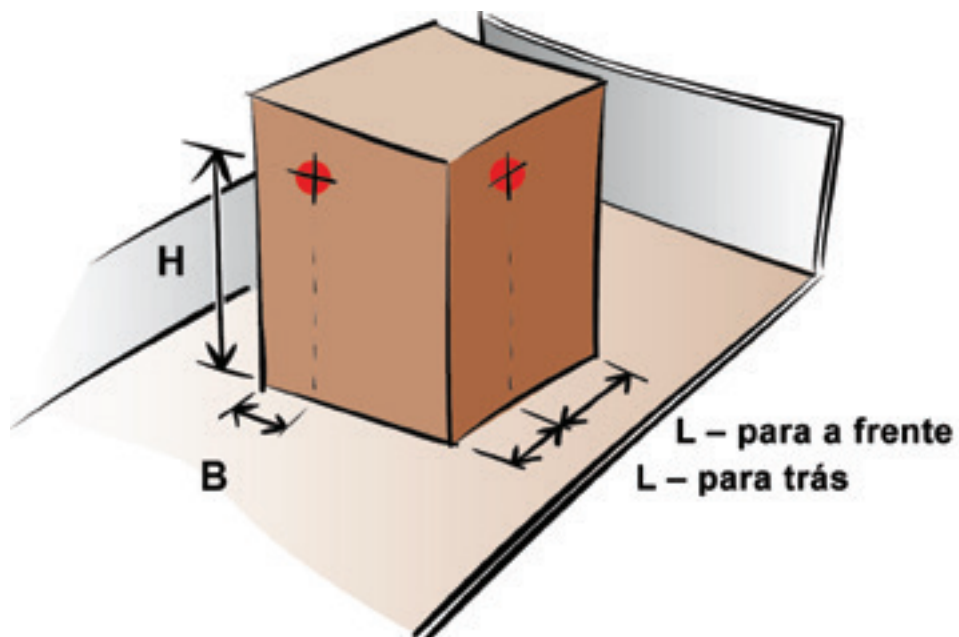
Cargas com centro de gravidade deslocado

Se a carga a imobilizar tiver um centro de gravidade situado acima do seu centro ou para fora e para o lado do mesmo, a altura, a largura e o comprimento devem ser medidos tal como indicado no diagrama seguinte.

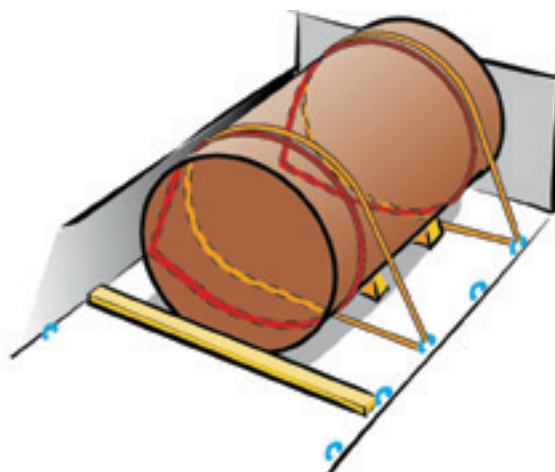
A = distância até ao centro de gravidade

L = distância mais curta entre o centro de gravidade e o ponto de inclinação lateral

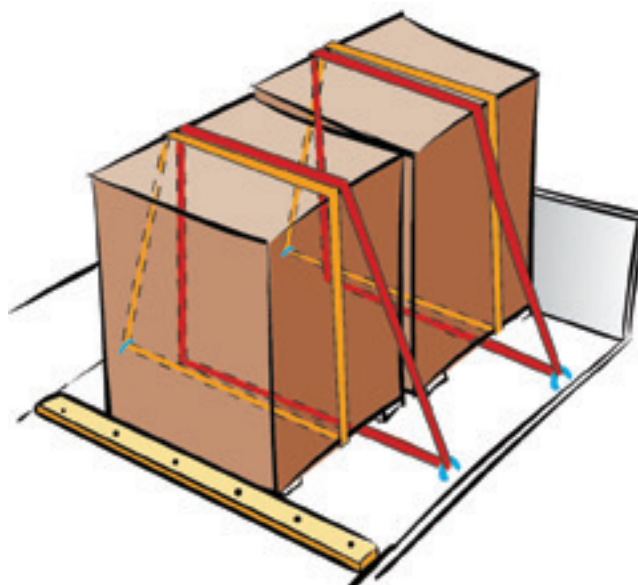
C = distância de acordo com o diagrama



A.2.8. AMARRAÇÃO EM LAÇO



Uma amarração em laço imobilizará uma carga em ambos os lados com um par de cintas. Isto impedirá simultaneamente que a carga incline. Devem ser utilizadas, pelo menos, duas amarrações em laço por cada carga comprida.



Se a carga contiver mais de uma secção e se as secções se apoiarem entre si e impedirem quaisquer movimentos de torção, é possível que só seja necessária uma amarração em laço por cada secção da carga.

| Peso da carga (em toneladas) impedido de deslizar <i>por</i> par de amarração em laço | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--|------|---------------|
| μ * | Para os lados | | μ * | Para os lados |
| 0,15 | 4,7 | | 0,45 | 13 |
| 0,20 | 5,4 | | 0,50 | sem risco |
| 0,25 | 6,2 | | 0,55 | sem risco |
| 0,30 | 7,3 | | 0,60 | sem risco |
| 0,35 | 8,7 | | 0,65 | sem risco |
| 0,40 | 11 | | 0,70 | sem risco |

* Fator de atrito de acordo com o Apêndice 4

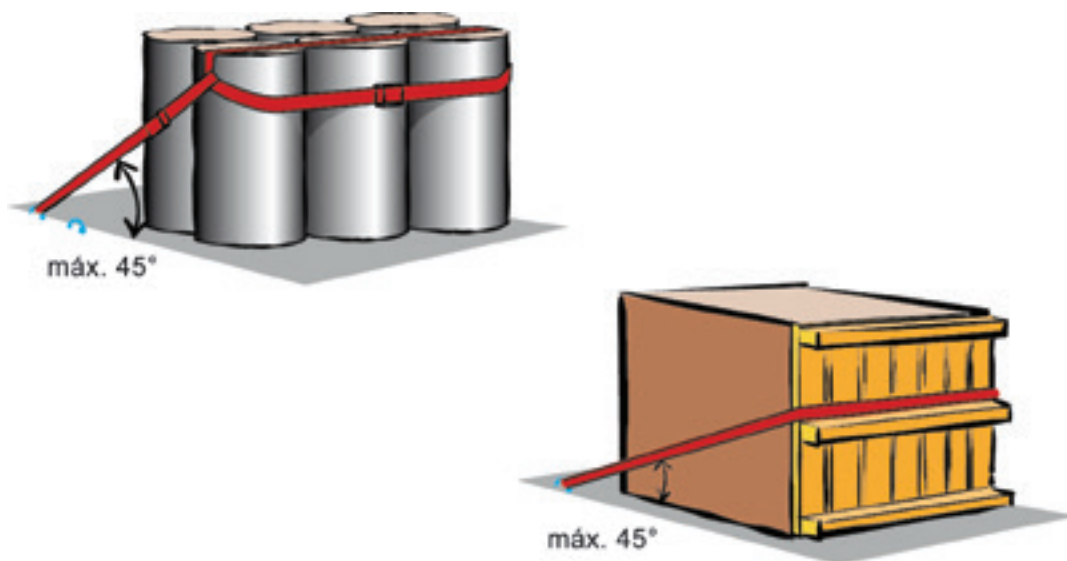
| Peso da carga (em toneladas) impedido de inclinar <i>por</i> par de amarração em laço | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| Para os lados | | | | | |
| A/L | 1 fila | 2 filas | 3 filas | 4 filas | 5 filas |
| 0,6 | sem risco | sem risco | sem risco | 6,5 | 4,1 |
| 0,8 | sem risco | sem risco | 5,6 | 3,1 | 2,3 |
| 1,0 | sem risco | sem risco | 3,1 | 2,0 | 1,6 |
| 1,2 | sem risco | 4,6 | 2,1 | 1,5 | 1,3 |
| 1,4 | sem risco | 3,0 | 1,6 | 1,2 | 1,0 |

| Peso da carga (em toneladas) impedido de inclinar por par de amarração em laço | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Para os lados | | | | | |
| A/L | 1 fila | 2 filas | 3 filas | 4 filas | 5 filas |
| 1,6 | sem risco | 2,2 | 1,3 | 1,0 | 0,86 |
| 1,8 | sem risco | 1,8 | 1,1 | 0,86 | 0,74 |
| 2,0 | sem risco | 1,5 | 0,94 | 0,75 | 0,65 |
| 2,2 | 5,1 | 1,2 | 0,83 | 0,67 | 0,58 |
| 2,4 | 3,7 | 1,1 | 0,74 | 0,60 | 0,53 |
| 2,6 | 2,9 | 0,96 | 0,66 | 0,54 | 0,48 |
| 2,8 | 2,4 | 0,86 | 0,61 | 0,50 | 0,44 |
| 3,0 | 2,0 | 0,78 | 0,56 | 0,46 | 0,41 |
| 3,2 | 1,8 | 0,72 | 0,51 | 0,43 | 0,38 |

Os valores que figuram nestes quadros só são aplicáveis quando cada extremidade da cinta de amarração em laço é fixada em pontos de amarração diferentes. Se ambas as extremidades de uma cinta de amarração em laço forem fixadas ao mesmo ponto de amarração, este deverá suportar 1,4 vezes a capacidade de amarração da cinta.

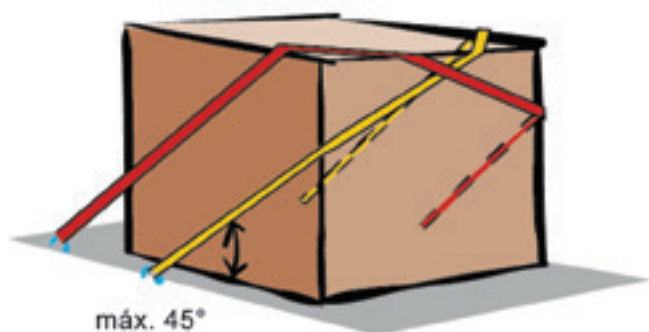
A.2.9. AMARRAÇÃO COM LANÇANTES

A amarração com lançantes é utilizada para impedir que a carga se mova para a frente e/ou para trás. É importante que o ângulo entre a plataforma de carga e a cinta de amarração não seja superior a 45°.



A amarração com lançantes pode ser feita de muitas formas. No entanto, se a cinta não for aplicada na aresta superior da carga, são reduzidos os limites de inclinação do peso da carga.

Por exemplo, se for colocada a meia altura da carga, a amarração com lançantes imobilizará apenas metade do peso da carga indicado no quadro.

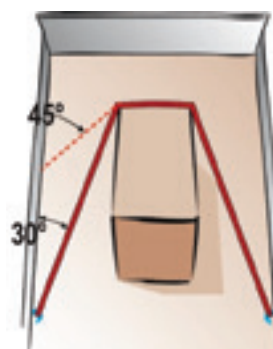


Esta configuração de amarração com lançantes tem dois pontos de fixação em ambos os lados e, portanto, imobiliza duas vezes o peso indicado no quadro.

| Peso da carga (em toneladas) impedido de deslizar <i>por cada</i> cinta da amarração com lançantes | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|---------|---------------|-----------|
| μ^* | Para a frente | Para trás | μ^* | Para a frente | Para trás |
| 0,15 | 3,7 | 6,6 | 0,45 | 6,7 | 19 |
| 0,20 | 4,1 | 7,6 | 0,50 | 7,5 | sem risco |
| 0,25 | 4,5 | 8,8 | 0,55 | 8,4 | sem risco |
| 0,30 | 4,9 | 10 | 0,60 | 9,6 | sem risco |
| 0,35 | 5,4 | 12 | 0,65 | 11 | sem risco |
| 0,40 | 6,0 | 15 | 0,70 | 13 | sem risco |

* Fator de atrito de acordo com o Apêndice 4

| Peso da carga (em toneladas) impedido de inclinar <i>por cada</i> cinta da amarração com lançantes | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| A/C | Para a frente | Para trás |
| 1,2 | sem risco | sem risco |
| 1,4 | 54 | sem risco |
| 1,6 | 26 | sem risco |
| 1,8 | 19 | sem risco |
| 2,0 | 15 | sem risco |
| 2,2 | 13 | 101 |
| 2,4 | 12 | 55 |
| 2,6 | 11 | 40 |
| 2,8 | 10 | 32 |
| 3,0 | 9,9 | 28 |
| 3,2 | 9,5 | 25 |



Se o ângulo lateral for superior a 5°, os valores do quadro devem ser reduzidos da seguinte forma:

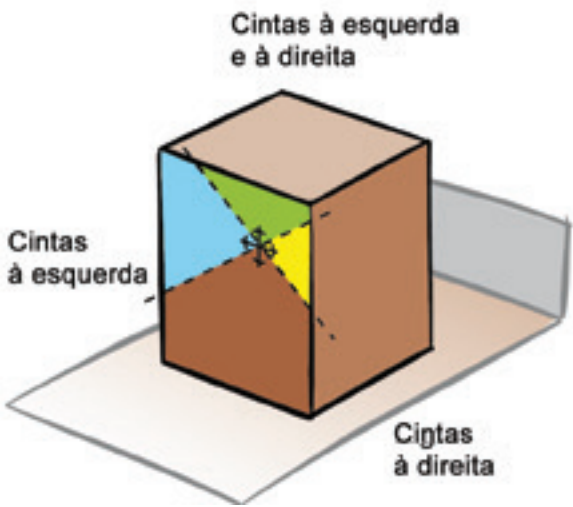
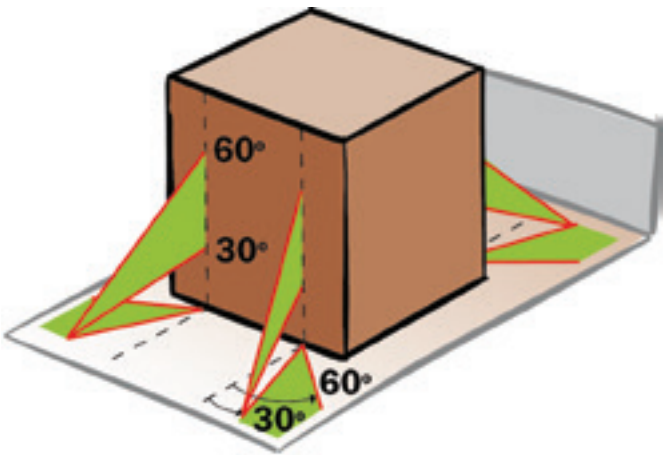
Ângulos 5°-30° \Rightarrow 15 %

Ângulos 30°-45° \Rightarrow 30 %

A.2.10. AMARRAÇÃO DIRETA

As cintas devem ser fixadas no intervalo dos ângulos a verde, tal como indicado no diagrama.

Isto assegurará que imobilizam a carga individual, de acordo com os valores da tabela.



As zonas onde é possível prender as cintas de amarração estão limitadas por duas linhas retas que passam na diagonal pelo centro de gravidade, a um ângulo de 45°.

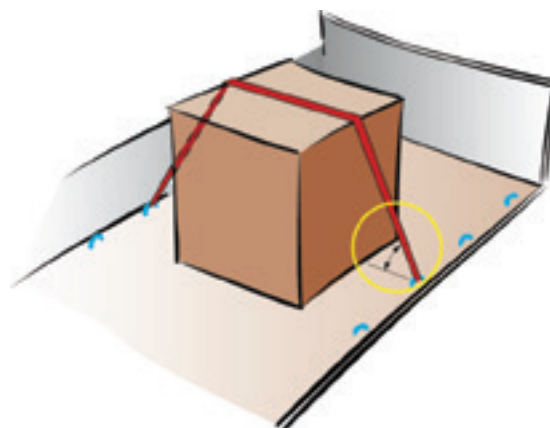
| Peso da carga (em toneladas) impedido de deslizar <i>por cada</i> cinta da amarração direta | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------|------|---------------|---------------|-----------|
| μ * | Para os lados | Para a frente | Para trás | μ * | Para os lados | Para a frente | Para trás |
| 0,15 | 1,5 | 0,82 | 1,5 | 0,45 | 5,4 | 1,9 | 5,4 |
| 0,20 | 1,8 | 0,95 | 1,8 | 0,50 | sem risco | 2,2 | sem risco |
| 0,25 | 2,2 | 1,1 | 2,2 | 0,55 | sem risco | 2,6 | sem risco |
| 0,30 | 2,6 | 1,3 | 2,6 | 0,60 | sem risco | 3,0 | sem risco |
| 0,35 | 3,3 | 1,4 | 3,3 | 0,65 | sem risco | 3,5 | sem risco |
| 0,40 | 4,2 | 1,7 | 4,2 | 0,70 | sem risco | 4,2 | sem risco |

* Fator de atrito de acordo com o Apêndice 4

| Peso da carga (em toneladas) impedido de inclinar <i>por cada</i> cinta da amarração direta | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|---------------|-----------|
| A/L | Para os lados | A/C | Para a frente | Para trás |
| 1,2 | sem risco | 1,2 | sem risco | sem risco |
| 1,4 | sem risco | 1,4 | 8,2 | sem risco |
| 1,6 | sem risco | 1,6 | 3,8 | sem risco |
| 1,8 | sem risco | 1,8 | 2,6 | sem risco |
| 2,0 | sem risco | 2,0 | 2,0 | sem risco |
| 2,2 | 4,1 | 2,2 | 1,7 | 13,0 |
| 2,4 | 3,2 | 2,4 | 1,5 | 6,9 |
| 2,6 | 2,6 | 2,6 | 1,4 | 4,9 |
| 2,8 | 2,3 | 2,8 | 1,2 | 3,9 |
| 3,0 | 2,0 | 3,0 | 1,2 | 3,3 |
| 3,2 | 1,9 | 3,2 | 1,1 | 2,9 |

A.2.11. AMARRAÇÃO DE TOPO

Com a ajuda do seguinte quadro, é necessário ter em conta que o ângulo entre a cinta e a plataforma de carga é de grande importância. Os quadros devem ser usados para ângulos entre 75° e 90°. Se o ângulo for entre 30° e 75°, é necessário duplicar o número de cintas de amarração ou dividir por dois os valores do quadro.



Se o ângulo for inferior a 30°, deve ser utilizado outro método de imobilização da carga.

| Peso da carga (em toneladas) impedido de deslizar <i>por cada</i> cinta da amarração de topo | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------|
| μ^* | Para os lados | Para a frente | Para trás |
| 0,15 | 0,31 | 0,15 | 0,31 |
| 0,20 | 0,48 | 0,21 | 0,48 |
| 0,25 | 0,72 | 0,29 | 0,72 |
| 0,30 | 1,1 | 0,38 | 1,1 |
| 0,35 | 1,7 | 0,49 | 1,7 |
| 0,40 | 2,9 | 0,63 | 2,9 |

| Peso da carga (em toneladas) impedido de deslizar <i>por cada</i> cinta da amarração de topo | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------|
| μ^* | Para os lados | Para a frente | Para trás |
| 0,45 | 6,4 | 0,81 | 6,4 |
| 0,50 | sem risco | 1,1 | sem risco |
| 0,55 | sem risco | 1,4 | sem risco |
| 0,60 | sem risco | 1,9 | sem risco |
| 0,65 | sem risco | 2,7 | sem risco |
| 0,70 | sem risco | 4,4 | sem risco |

* Fator de atrito de acordo com o Apêndice 4

| Peso da carga (em toneladas) impedido de inclinar <i>por cada</i> cinta da amarração de topo | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|-----|---------------|-----------|
| Para os lados | | | | | | A/C | Para a frente | Para trás |
| A/L | 1 fila | 2 filas | 3 filas | 4 filas | 5 filas | | | |
| 0,6 | sem risco | sem risco | sem risco | 5,8 | 2,9 | 0,6 | sem risco | sem risco |
| 0,8 | sem risco | sem risco | 4,9 | 2,1 | 1,5 | 0,8 | sem risco | sem risco |
| 1,0 | sem risco | sem risco | 2,2 | 1,3 | 0,97 | 1,0 | sem risco | sem risco |
| 1,2 | sem risco | 4,1 | 1,4 | 0,91 | 0,73 | 1,2 | sem risco | sem risco |
| 1,4 | sem risco | 2,3 | 0,99 | 0,71 | 0,58 | 1,4 | 5,3 | sem risco |
| 1,6 | sem risco | 1,5 | 0,78 | 0,58 | 0,49 | 1,6 | 2,3 | sem risco |
| 1,8 | sem risco | 1,1 | 0,64 | 0,49 | 0,42 | 1,8 | 1,4 | sem risco |
| 2,0 | sem risco | 0,90 | 0,54 | 0,42 | 0,26 | 2,0 | 1,1 | sem risco |
| 2,2 | 4,5 | 0,75 | 0,47 | 0,37 | 0,32 | 2,2 | 0,83 | 7,2 |
| 2,4 | 3,3 | 0,64 | 0,42 | 0,33 | 0,29 | 2,4 | 0,68 | 3,6 |
| 2,6 | 2,4 | 0,56 | 0,37 | 0,30 | 0,26 | 2,6 | 0,58 | 2,4 |
| 2,8 | 1,8 | 0,50 | 0,34 | 0,28 | 0,24 | 2,8 | 0,51 | 1,8 |
| 3,0 | 1,4 | 0,45 | 0,31 | 0,25 | 0,22 | 3,0 | 0,45 | 1,4 |
| 3,2 | 1,2 | 0,41 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 3,2 | 0,40 | 1,2 |

Se for utilizada mais de uma cinta para cada secção da carga, os tensores devem, quando possível, ser colocados de forma alternada em ambos os lados.

Os valores de cálculo relativos ao movimento para a frente e para trás pressupõem que as cintas de amarração são distribuídas igualmente em cada secção da carga.

A.2.12. OUTROS EQUIPAMENTOS DE AMARRAÇÃO

Os valores da CA e da F_{TP} são marcados no equipamento de amarração.

Se a CA de uma corrente for desconhecida, pode ser fixada em 50 % da carga de rutura.



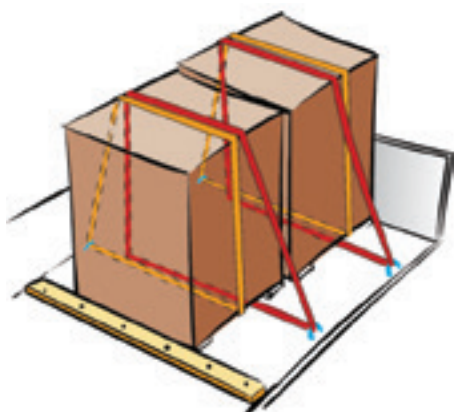
Recálculo

Se for utilizado um equipamento com uma capacidade de amarração (CA) diferente de 1 600 ou com uma força de tensão padrão diferente (F_{TP}) de 400, os valores apresentados nos quadros relativos ao deslizamento e à inclinação da carga devem ser multiplicados pelos fatores seguintes.

Ao recalcular, nunca se deve utilizar uma capacidade de amarração (CA) ou uma força de tensão padrão (F_{TP}) superior à suportada pelos pontos de amarração.

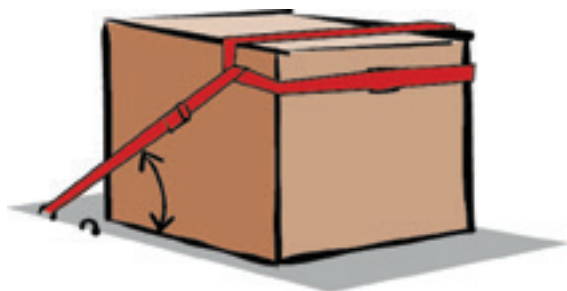
Métodos

Amarração em laço



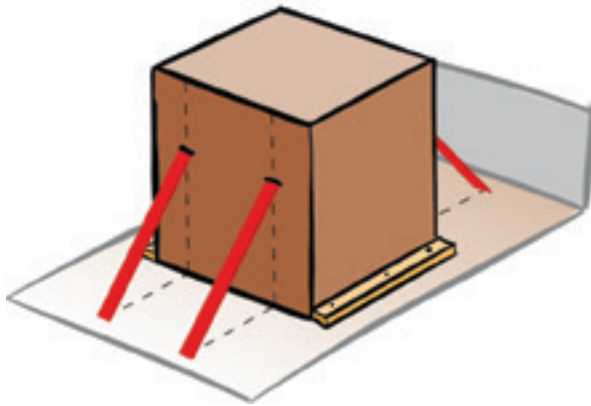
$$\frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

Amarração com lançantes



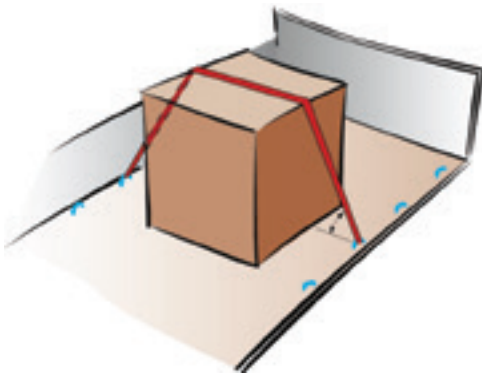
$$\frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

Amarração direta



$$\frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

Amarração de topo



Para o deslizamento:

$$\frac{\text{Actual } S_{TF}}{400} = \text{Multiplication factor}$$

No que se refere à inclinação, recomenda-se a utilização do mais pequeno dos seguintes fatores:

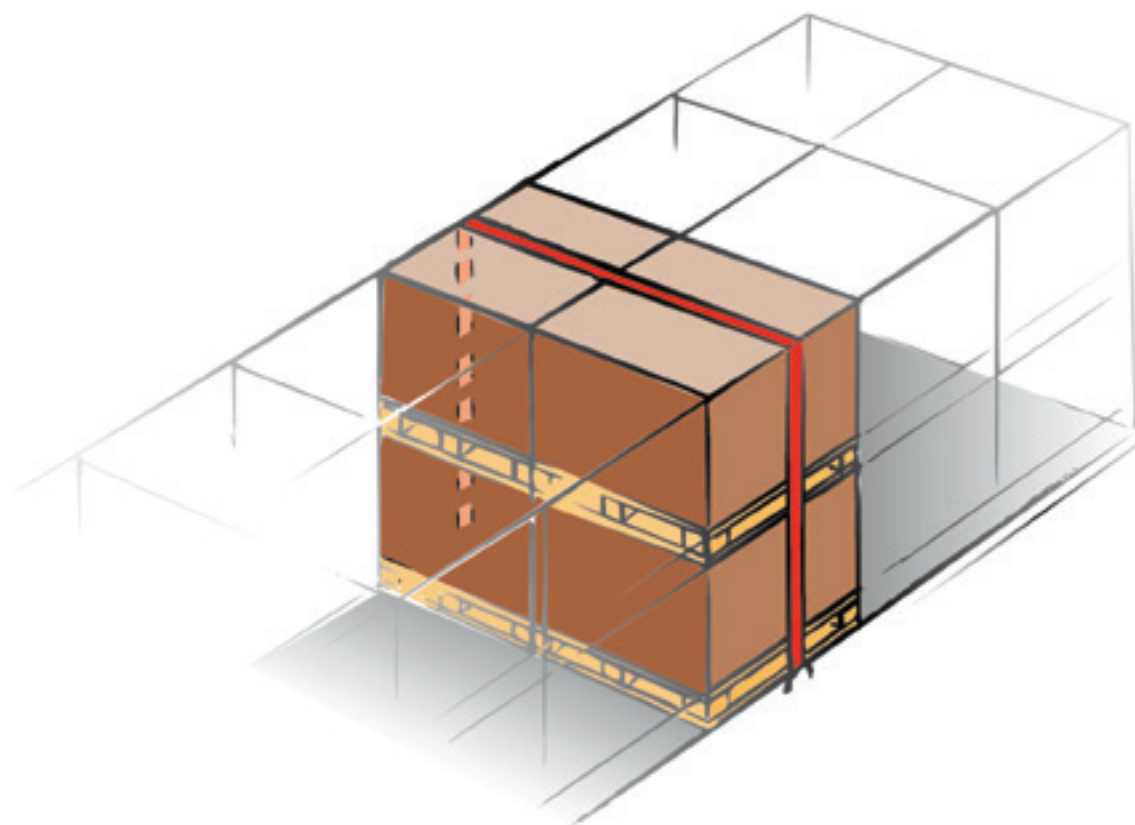
$$\frac{\text{Actual } S_{TF}}{400} \text{ or } \frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

A.2.13. CARGA CONSTITUÍDA POR VÁRIAS CAMADAS

Determinação do número de cintas de amarração de topo necessárias para imobilizar as cargas arrumadas em diversas camadas, quando as mesmas não estão bloqueadas lateralmente.

Seguir as quatro etapas seguintes:

1. Calcular o número de cintas de amarração necessárias para imobilizar o peso de toda a secção da carga e impedir qualquer deslizamento utilizando o atrito na parte inferior.
2. Calcular o número de cintas de amarração necessárias para imobilizar o peso da secção superior da carga e impedir qualquer deslizamento utilizando o atrito entre as camadas superior e inferior.
3. Calcular o número de cintas de amarração necessárias para impedir a inclinação de toda a secção da carga.
4. Recomenda-se a utilização do número mais elevado de cintas resultante destes três cálculos.



A.2.14. OUTROS TIPOS DE CARGA

Mercadorias cilíndricas

Devem ser utilizados cunhas ou dispositivos de retenção semelhantes para impedir qualquer movimento de mercadorias cilíndricas.



Mercadorias não rígidas

Se as mercadorias não forem rígidas, deverão ser utilizados mais dispositivos de retenção do que aqueles que são indicados no presente guia.



Apêndice 3. Fatores de atrito

Extrato da norma EN12195-1:2010, anexo normativo B

| Combinação de materiais na superfície de contacto ^(a) | Fator de atrito μ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Madeira serrada | |
| Madeira serrada – madeira laminada/contraplacada | 0,45 |
| Madeira serrada – alumínio estriado | 0,4 |
| Madeira serrada – película retrátil | 0,3 |
| Madeira serrada – chapa de aço inoxidável | 0,3 |
| Tábua de madeira | |
| Tábua de madeira – madeira laminada/contraplacada | 0,3 |
| Tábua de madeira – alumínio estriado | 0,25 |
| Tábua de madeira – chapa de aço inoxidável | 0,2 |
| Palete de plástico | |
| Paletes de plástico – madeira laminada/contraplacada | 0,2 |
| Palete de plástico – alumínio estriado | 0,15 |
| Palete de plástico – chapa de aço inoxidável | 0,15 |
| Aço e metal | |
| Engradado de aço – madeira laminada/contraplacada | 0,45 |
| Engradado de aço – alumínio estriado | 0,3 |
| Engradado de aço – chapa de aço inoxidável | 0,2 |
| Betão | |
| Betão em bruto – barrote de madeira serrada | 0,7 |
| Betão liso – barrote de madeira serrada | 0,55 |
| Material antiderrapante | |
| Borracha | 0,6 ^(b) |
| Outros materiais | conforme certificados ^(c) |
| <p>^a É necessário garantir que os fatores de atrito utilizados se aplicam ao transporte em questão. Superfície seca ou húmida, mas limpa e sem óleo, gelo ou gordura. Se as superfícies de contacto não estiverem devidamente limpas, livres de geada, de gelo e de neve, não é usado um fator de atrito superior a $\mu = 0,2$. Devem ser tomadas precauções especiais no que se refere a superfícies oleosas ou gordurosas.</p> <p>^b Pode ser utilizado com $f_{\mu} = 1,0$ para amarração direta</p> <p>^c Quando são aplicados materiais especiais para o aumento do atrito, tais como materiais antiderrapantes, é necessário um certificado do fator de atrito μ.</p> | |

Apêndice 4. Avaliação de deficiências

| Artigo | Deficiências | Avaliação de deficiências | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|
| | | Ligeiras | Importantes | Perigosas |
| A | O acondicionamento no transporte não permite uma imobilização adequada da carga | Ao critério do inspetor | | |
| L | Uma ou mais unidades de carga não estão devidamente posicionadas | Ao critério do inspetor | | |
| C | O veículo não é adequado para a carga carregada (deficiência distinta das enumeradas no ponto 10) | Ao critério do inspetor | | |
| D | Defeitos manifestos da superestrutura do veículo (deficiência distinta das enumeradas no ponto 10) | Ao critério do inspetor | | |
| 10 | Adequação do veículo | | | |
| 10.1 | Taipal frontal (se utilizado para imobilizar a carga) | | | |
| 10.1.1 | Elementos com resistência diminuída pela corrosão; deformações Elementos fendidos põem em risco a integridade do compartimento de carga | | x | x |
| 10.1.2 | Resistência insuficiente (certificado ou dístico, se aplicável) Altura insuficiente para a carga transportada | | x | x |
| 10.2. | Taipais laterais (se utilizados para imobilizar a carga) | | | |
| 10.2.1. | Elementos com resistência diminuída pela corrosão; deformações; dobradiças ou fechos em estado insatisfatório Elementos fendidos; dobradiças ou fechos inexistentes ou inoperacionais | | x | x |
| 10.2.2. | Montantes com resistência insuficiente (certificado ou dístico, se aplicável) Altura insuficiente para a carga transportada | | x | |
| 10.2.3. | Placas dos taipais laterais em estado insatisfatório Elementos fendidos | | x | x |
| 10.3. | Taipal traseiro (se utilizado para imobilizar a carga) | | | |
| 10.3.1. | Elementos com resistência diminuída pela corrosão; deformações; dobradiças ou fechos em estado insatisfatório Elementos fendidos; dobradiças ou fechos inexistentes ou inoperacionais | | x | x |
| 10.3.2. | Resistência insuficiente (certificado ou dístico, se aplicável) Altura insuficiente para a carga transportada | | x | x |
| 10.4. | Escoras (se utilizadas para imobilizar a carga) | | | |
| 10.4.1. | Elementos com resistência diminuída pela corrosão; deformações ou fixação ao veículo insatisfatória Elementos fendidos; fixação instável ao veículo | | x | x |
| 10.4.2. | Resistência ou configuração insatisfatória Altura insuficiente para a carga transportada | | x | x |
| 10.5. | Pontos de amarração (se utilizados para imobilizar a carga) | | | |
| 10.5.1. | Estado ou configuração insatisfatório Incapazes de suportar as forças de amarração exigidas | | x | x |
| 10.5.2. | Número insuficiente Número insuficiente para suportar as forças de amarração exigidas | | x | x |
| 10.6. | Estruturas especiais exigidas (se utilizadas para imobilizar a carga) | | | |
| 10.6.1. | Estado insatisfatório; danificado Elementos fendidos; incapazes de suportar as forças de retenção | | x | x |

| Artigo | Deficiências | Avaliação de deficiências | | |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|-----------|
| | | Ligeiras | Importantes | Perigosas |
| 10.6.2. | Inadequadas à carga transportada Inexistentes | | X | X |
| 10.7. | Piso (se utilizado para imobilizar a carga) | | | |
| 10.7.1. | Estado insatisfatório; danificado Elementos fendidos; incapaz de suportar a carga | | X | X |
| 10.7.2. | Classe inadequada à carga Incapaz de suportar a carga | | X | X |
| 20 | Métodos de retenção | | | |
| 20.1. | Travamento, bloqueio e amarração direta | | | |
| 20.1.1 | Fixação direta da carga (bloqueio) | | | |
| 20.1.1.1 | Distância excessiva em relação ao taipal frontal, se utilizado para a imobilização direta da carga Superior a 15 cm e perigo de penetração no taipal | | X | X |
| 20.1.1.2. | Distância lateral excessiva em relação aos taipais laterais, se utilizados para a imobilização direta da carga Superior a 15 cm e perigo de penetração no taipal | | X | X |
| 20.1.1.3. | Distância traseira excessiva em relação ao taipal traseiro, se utilizado para a imobilização direta da carga Superior a 15 cm e perigo de penetração no taipal | | X | X |
| 20.1.2. | Dispositivos de imobilização, tais como barras de amarração, vigas de travamento, barrotes e cunhas, para a frente, para os lados e para a retaguarda | | | |
| 20.1.2.1. | Fixação incorreta ao veículo Fixação insuficiente Incapazes de suportar as forças de retenção; soltos | X | X | X |
| 20.1.2.2. | Imobilização incorreta Imobilização insuficiente Completamente ineficazes | X | X | X |
| 20.1.2.3. | Adequação insuficiente do equipamento de imobilização Equipamento de imobilização completamente inadequado | | X | X |
| 20.1.2.4. | Método inadequado escolhido para imobilizar as embalagens Completa inadequação do método escolhido | | X | X |
| 20.1.3 | Imobilização direta com redes e telas | | | |
| 20.1.3.1. | Estado das redes ou telas (dístico inexistente ou danificado, mas dispositivo ainda em boas condições) Dispositivos de retenção de carga danificados Dispositivos de retenção da carga gravemente deteriorados e já inadequados para serem usados | | X | X |
| 20.1.3.2. | Resistência insuficiente das redes ou telas Capacidade inferior a 2/3 das forças de retenção exigidas | | X | X |
| 20.1.3.3. | Aperto insuficiente das redes ou telas Aperto com uma capacidade inferior a 2/3 das forças de retenção exigidas | | X | X |
| 20.1.3.4. | Adequação insuficiente das redes ou telas para imobilizar a carga Completamente inadequadas | | X | X |
| 20.1.4. | Separação e proteção das unidades de carga e espaços livres | | | |
| 20.1.4.1. | Adequação das unidades separadoras ou de proteção Espaços livres ou de separação muito amplos | | X | X |

| Artigo | Deficiências | Avaliação de deficiências | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|-----------|
| | | Ligeiras | Importan-tes | Perigosas |
| 20.1.5. | Amarração direta (horizontal, transversal, diagonal, em laço e com lançantes) | | | |
| 20.1.5.1. | Resistência de imobilização inadequada Inferior a 2/3 da resistência necessária | | x | x |
| 20.2. | Imobilização por atrito | | | |
| 20.2.1. | Obtenção das resistências de imobilização necessárias | | | |
| 20.2.1.1. | Resistência de imobilização inadequada Inferior a 2/3 da resistência necessária | | x | x |
| 20.3. | Dispositivos de retenção de carga utilizados | | | |
| 20.3.1 | Adequação dos dispositivos de retenção de carga Dispositivo completamente inadequado | | x | x |
| 20.3.2. | Dístico (por exemplo com os resultados dos ensaios) inexistente ou danificado, mas dispositivo ainda em boas condições Dístico (por exemplo com os resultados dos ensaios) inexistente ou danificado e dispositivo bastante deteriorado | x | x | |
| 20.3.3. | Dispositivos de retenção de carga danificados Dispositivos de retenção da carga gravemente deteriorados e já inadequados para serem usados | | x | x |
| 20.3.4. | Tensores de amarração incorretamente utilizados Tensores de amarração defeituosos | | x | x |
| 20.3.5. | Utilização incorreta de dispositivos de retenção de carga (por exemplo, ausência de proteções de arestas) Utilização deficiente de dispositivos de retenção de carga (por exemplo, presença de nós) | | x | x |
| 20.3.6. | Aperto dos dispositivos de retenção de carga inadequado Inferior a 2/3 da resistência necessária | | x | x |
| 20.4. | Equipamento adicional (tapetes antiderrapantes, proteções de arestas, proteções locais de arestas) | | | |
| 20.4.1. | Utilização de equipamento inadequado Utilização de equipamento impróprio ou defeituoso Utilização de equipamento completamente inadequado | | x | x |
| 20.5. | Transporte de granéis leves e soltos | | | |
| 20.5.1. | Granéis arrastados pelo ar durante a circulação do veículo de forma suscetível de perturbar o tráfego Representam um perigo para o tráfego | | x | x |
| 20.5.2. | Granéis mal sustidos Perda de carga representa um perigo para o tráfego | | x | |
| 20.5.3. | Falta de cobertura das cargas leves Perda de carga representa um perigo para o tráfego | | x | x |
| 20.6. | Transporte de toros de madeira | | | |
| 20.6.1. | Carga (toros) transportada não completamente imobilizada | | | x |
| 20.6.2. | Resistência de imobilização inadequada da unidade de carga Inferior a 2/3 da resistência necessária | | x | x |
| 30 | Carga totalmente solta | | | x |

COMO OBTER PUBLICAÇÕES DA UNIÃO EUROPEIA

Publicações gratuitas:

- um exemplar:
via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>);
- mais do que um exemplar/cartazes/mapas:
nas representações da União Europeia (http://ec.europa.eu/represent_pt.htm),
nas delegações em países fora da UE (http://eeas.europa.eu/delegations/index_pt.htm),
contactando a rede Europe Direct (http://europa.eu/europedirect/index_pt.htm)
ou pelo telefone 00 800 6 7 8 9 10 11 (gratuito em toda a UE) (*).

(*) As informações prestadas são gratuitas, tal como a maior parte das chamadas, embora alguns operadores, cabines telefónicas ou hotéis as possam cobrar.

Publicações pagas:

- via EU Bookshop (<http://bookshop.europa.eu>).

Assinaturas pagas:

- através de um dos agentes de vendas do Serviço das Publicações da União Europeia (http://publications.europa.eu/others/agents/index_pt.htm).

