



---

GUIA TÉCNICO

# Cilindro de Freio e Mangueira de Caminhão: Falhas, Troca e Manutenção

Aprenda a identificar vazamentos, medir o curso da haste e substituir o cilindro de mola com segurança no freio a ar de caminhões e reboques.

O que inicia a frenagem em um veículo comercial pesado é o ar: a pressão chega ao cilindro, o diafragma se expande e a haste de acionamento transfere a força para o braço do freio. O elo menos visível e mais exigido dessa corrente é o cilindro de freio e a mangueira flexível que o alimenta. Quando um veículo entra na oficina com queixas de "freio que não segura", "freio de estacionamento que não solta" ou "vazamento de ar", o problema quase sempre não está na válvula, mas em um diafragma rasgado dentro de um cilindro coberto de lama ou em uma mangueira desgastada pelo atrito. Este guia explica, com o olhar do técnico de freios, como interpretar a falha, qual é a sequência segura de substituição e que disciplina de manutenção prolonga a vida útil do conjunto.

Este documento foi preparado pela equipe técnica VADEN com base na prática de serviço de sistemas de freio a ar de veículos comerciais pesados e na documentação de fabricantes OE. Os valores aqui apresentados têm caráter de referência geral; para dados exatos como limite de curso, torque de aperto, procedimento de descompressão da mola e pressão de atuação, vale o manual de serviço OE atualizado correspondente ao código de motor/chassi do veículo. Última atualização: julho de 2026.

## O que é o Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira? Função e princípio de funcionamento

---

**Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira é o grupo de equipamentos de freio formado pelo atuador pneumático que converte a pressão do sistema de freio a ar em força mecânica de empuxo e pela linha flexível que conduz essa pressão até o cilindro. Em veículos comerciais pesados, a uma pressão de trabalho típica de 6 a 8,5 bar, um cilindro de diafragma Tipo 20 a 24 produz aproximadamente 8 a 11 kN de força de empuxo; o curso utilizável fica em geral entre 55 e 75 mm, conforme o tipo de cilindro.**

A mesma peça recebe vários nomes na oficina e nos catálogos: **tulipa de freio, pote de freio, cilindro de diafragma, cilindro de membrana** (em fontes alemãs, *Membranzylinder*), **cilindro de freio de mola, cilindro combinado** e, para a linha flexível que vai até a roda, **mangueira de freio** ou **mangueira de ar**. Todos pertencem à mesma família de atuação; independentemente do nome usado na busca, o critério de seleção é o mesmo: tipo de eixo, número de tipo do cilindro, flange de fixação e número de referência OE.

O princípio de funcionamento é uma conversão direta de força. Ao se pisar no pedal de freio, a válvula principal envia ar comprimido para as mangueiras do circuito correspondente. O ar preenche a câmara de pressão do cilindro e empurra o diafragma de borracha reforçada com lona; o prato de pressão desloca a haste de acionamento (push rod) para fora, a haste gira o braço do freio (regulador automático) e o mecanismo de came em S ou de freio a disco pressiona a lona contra o tambor ou o disco. Ao se soltar o pedal, a pressão é aliviada e a mola de retorno traz o diafragma à posição inicial. A força gerada é uma multiplicação simples: área efetiva do diafragma vezes pressão do sistema. Por isso, sob a mesma pressão, um cilindro Tipo 24 produz força visivelmente maior que um Tipo 16, e o número de tipo jamais deve ser substituído pelo "mais próximo disponível".

No cilindro de freio de mola (cilindro combinado) existe uma segunda câmara e a lógica se inverte. A potente mola de força alojada nela garante o freio de estacionamento e o freio de emergência. Com pressão no sistema, o ar comprime a mola e o freio permanece liberado; quando a pressão cai ou o freio de estacionamento é acionado, a mola se distende e freia o veículo mecanicamente. Ou seja, o freio de estacionamento não segura com ar, segura na *ausência* de ar. Essa lógica de segurança é a tradução, no equipamento, da exigência de freio de emergência prevista na ECE R13 e explica também por que essa peça nunca deve ser desmontada sem critério: uma mola de força não descomprimida acumula energia letal quando o corpo é aberto.

### Em quais sistemas OE e veículos ele aparece?

O tipo e a geometria de fixação do grupo cilindro de freio / diafragma e mangueira dependem menos da marca do veículo e mais da **família do sistema de freio** instalada e do **tipo de eixo**. As famílias de sistemas OE mais encontradas na oficina são de origem Knorr-Bremse e Wabco; em eixos com freio a tambor e com freio a disco, o furo do flange, o comprimento dos prisioneiros e o formato da haste de acionamento são diferentes. No nível do veículo, as aplicações em que mais se observa troca de cilindro em serviço são Mercedes-Benz Actros e Axor, MAN TGS e TGX, DAF XF e CF, Volvo FH e FM, Scania R e G, a série Iveco Stralis e os eixos de reboque equipados com componentes SAF, BPW e JOST. Esses nomes são citados apenas como **exemplo de aplicação**; mesmo em um único cavalo mecânico, o eixo dianteiro, o eixo traseiro e o reboque usam tipos diferentes de cilindro. A peça correta não se determina pelo nome da marca, e sim pelo código de eixo/chassi, pelo número de tipo do cilindro e pelo número OE.

### Diferença entre o cilindro de diafragma de simples ação e o cilindro de mola (combinado)

O cilindro de diafragma de simples ação contém apenas uma câmara de pressão e um diafragma; é usado geralmente nos eixos dianteiros, freia quando chega pressão e libera pela mola de retorno quando a pressão é cortada. Como não armazena energia mecânica internamente, sua desmontagem é mais segura. Já o cilindro de mola (combinado) reúne a câmara de serviço e a câmara da mola de força em um único corpo e é padrão nos eixos traseiros motrizes e nos reboques. O **parafuso de liberação mecânica** (release bolt) atrás da câmara da mola permite abrir o freio manualmente na ausência de ar. Na maioria dos produtos modernos, esse corpo é selado permanentemente: a câmara da mola não recebe manutenção, ela é substituída por completo.

### Mangueira de freio, normas e componentes

A linha flexível que alimenta o cilindro precisa acompanhar o movimento da suspensão entre o eixo e o chassi; em veículos comerciais pesados, ela é produzida em mangueira de borracha reforçada ou em tubo termoplástico. Como família de normas aplicáveis, usam-se as referências **ISO 7628** (tubos termoplásticos para freio a ar), **DIN 74310** (mangueiras e conexões de freio a ar) e **SAE J1402** (mangueira de freio a ar); todo o equipamento de freio do veículo é ainda avaliado no âmbito da **ECE R13**. Como a norma aplicável e a classe dimensional podem variar conforme a aplicação, o dado exato deve ser confirmado no catálogo OE correspondente. Os principais componentes do grupo são:

- **Corpo e tampa do cilindro:** corpo metálico que forma a câmara de pressão, unido por cinta de fixação ou por rebordo.
- **Diafragma (membrana):** elemento de borracha reforçada com lona; é a peça que efetivamente converte pressão em força.
- **Prato de pressão e haste de acionamento (push rod):** a linha mecânica que transmite a força ao braço do freio.
- **Mola de retorno e mola de força:** a primeira traz o diafragma à posição inicial, a segunda garante o freio de estacionamento e de emergência no tipo de mola.
- **Parafuso de liberação mecânica:** elemento de segurança que engaiola a mola de força e abre o freio manualmente.
- **Garfo (clevis), pino e contraporca:** a extremidade regulável que liga a haste de acionamento ao braço do freio.
- **Furos de drenagem:** aberturas que expulsam a umidade que entra no corpo e que não podem ficar obstruídas.
- **Mangueira de freio, conexão e prisioneiros de montagem:** a linha flexível que conduz a pressão e os elementos que fixam o cilindro ao suporte.

Tipos comuns de cilindro de freio: área efetiva, força gerada e curso (referência geral; as forças são valores aproximados para 6,5 bar)

| Tipo (Membranzylinder Typ)              | Área efetiva aproximada (cm²)     | Força de empuxo típica a 6,5 bar (kN)                    | Curso total típico (mm)          | Aplicação comum                                              |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Tipo 12                                 | aproximadamente 77                | 4,5–5,5                                                  | 50–57                            | Eixo dianteiro leve/médio, algumas aplicações de reboque     |
| Tipo 16                                 | aproximadamente 103               | 6,0–7,0                                                  | 57–64                            | Eixo dianteiro de cavalo mecânico e caminhão                 |
| Tipo 20                                 | aproximadamente 129               | 7,5–8,8                                                  | 57–64                            | Eixo dianteiro e eixo traseiro de peso médio                 |
| Tipo 24                                 | aproximadamente 155               | 9,0–10,5                                                 | 64–75                            | Eixo traseiro motriz, eixo de reboque                        |
| Tipo 30                                 | aproximadamente 194               | 11,5–13,0                                                | 64–75                            | Reboques pesados e aplicações especiais                      |
| Combinado (por ex. 20/24, 24/24, 24/30) | Câmara de serviço conforme o tipo | Força de serviço e força da mola avaliadas separadamente | Curso de serviço conforme o tipo | Todos os eixos que exigem freio de estacionamento/emergência |

O número de tipo do cilindro de freio não é uma "preferência de tamanho", e sim parte do cálculo de equilíbrio de frenagem do veículo. Instalar um tipo maior no eixo não melhora a frenagem; desequilibra a distribuição de força por eixo, confunde a regulação do ABS/EBS e coloca o veículo fora da homologação de tipo. Não selecione a peça apenas pelo "modelo do veículo"; confirme pelo tipo de eixo, número de tipo do cilindro, distância entre prisioneiros do flange, comprimento da haste de acionamento e, se possível, pelo número OE gravado no

cilindro antigo. Lembre-se de que o mesmo cavalo mecânico usa tipos diferentes no eixo dianteiro e no traseiro.

## Como identificar uma falha no Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira?

As falhas do cilindro de freio / diafragma e mangueira se resumem, na linguagem de oficina, a dois grupos: vazamento de ar e incapacidade de gerar força. O primeiro se percebe pelo ouvido; o segundo, pelo comportamento do veículo. O caso mais frequente na prática não é o estouro repentino do diafragma, mas a obstrução do furo de drenagem por lama e o desgaste interno, ao longo dos anos, do diafragma e da mola pela umidade acumulada no corpo. A tabela abaixo relaciona os sintomas com as causas prováveis e o método de verificação.

Tabela sintoma-causa-verificação do cilindro de freio / diafragma e mangueira (referência de diagnóstico de campo)

| Sintoma                                                                          | Causa provável                                                                                               | Verificação / confirmação                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ruído contínuo de ar saindo do cilindro quando o freio é pressurizado            | Diafragma rasgado ou perda de vedação na junção entre corpo e tampa                                          | Com o sistema carregado e o pedal mantido pressionado, teste de bolhas com água e sabão                                     |
| Com o veículo estacionado, a pressão do reservatório cai lentamente              | Vazamento na câmara da mola ou na conexão da mangueira, fadiga da vedação da conexão                         | Medição da taxa de queda de pressão com o motor desligado; isolamento dos circuitos para localizar o vazamento              |
| O freio de estacionamento não solta e o veículo não se move                      | A pressão não chega à câmara da mola de força: mangueira amassada/obstruída, válvula ou cilindro com defeito | Medição de pressão na entrada da câmara da mola; inspeção da mangueira em toda a sua extensão em busca de esmagamento       |
| Uma roda freia mais tarde que as demais e o veículo puxa para o lado na frenagem | Perda de curso em um único cilindro, vazamento parcial no diafragma ou restrição na mangueira                | Medição e comparação do curso por eixo; teste alternado das mangueiras quanto a restrição interna                           |
| Curso da haste de acionamento maior que o normal, braço do freio girando demais  | Desgaste da lona, regulador automático inoperante ou ajuste do garfo desregulado                             | Medição do curso sobre a haste nas posições com e sem pressão; observação do movimento do regulador                         |
| Ferrugem, inchaço, acúmulo de lama ou bujão quebrado no corpo do cilindro        | Furos de drenagem obstruídos, umidade interna, dano por impacto de pedras                                    | Inspeção visual; verificação da desobstrução dos furos de drenagem e da deformação do corpo                                 |
| Trinca, marca de atrito, inchaço na mangueira ou poeira úmida na base da conexão | Borracha envelhecida, roteamento incorreto, falta de abraçadeira, conexão frouxa                             | Verificação de fissuras superficiais dobrando a mangueira com a mão; acompanhamento do trajeto em todo o curso da suspensão |

| Sintoma                                                     | Causa provável                                                                                   | Verificação / confirmação                                          |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| A roda demora a liberar após soltar o freio e o cubo aquece | Mola de retorno enfraquecida, corrosão interna do cilindro, restrição unidirecional na mangueira | Medição do tempo de liberação; comparação da temperatura das rodas |

## Teste de vazamento com água e sabão

O método mais rápido e mais barato de procurar vazamento de ar continua sendo a solução de água e sabão. O sistema é levado à pressão de trabalho; molham-se a junção entre corpo e tampa, os furos de drenagem, as conexões e as pontas da mangueira, e as bolhas indicam o ponto de fuga. A distinção crítica é esta: se o vazamento ocorre **com o pedal livre**, a suspeita recai sobre a câmara da mola ou a linha de estacionamento; se ocorre **com o pedal pressionado**, sobre a câmara de serviço e o diafragma. Ar saindo continuamente pelo furo de drenagem é o sinal clássico de vazamento interno do diafragma.

## Diagnóstico pela medição do curso

O dado que mostra de forma mais objetiva a saúde do cilindro de freio é o curso da haste de acionamento. A medição é feita marcando-se a haste na posição sem pressão e lendo-se o deslocamento durante uma frenagem plena. Espera-se que o curso utilizável mantenha uma folga clara em relação ao curso total; um curso próximo do limite indica desgaste da lona ou regulador automático inoperante. O curso das duas rodas de um mesmo eixo deve ser próximo entre si. O limite de aceitação é específico do tipo de cilindro e do veículo, e é obtido no manual de serviço.

## Isolamento de circuito e teste da mangueira

Se há queda de pressão mas o ponto de vazamento não é localizado, os circuitos são isolados um a um para reduzir a área de busca. Havendo suspeita da mangueira, fazem-se duas verificações: inspeção externa de trincas e marcas de atrito e, internamente, verificação de restrição. Uma mangueira estreitada por dentro parece íntegra por fora, mas alonga o tempo de enchimento e de esvaziamento do cilindro; isso se manifesta como atraso na atuação ou na liberação de uma única roda.

Para ver todo o circuito que alimenta essa linha flexível, do compressor até a roda, o nosso guia [como funciona o sistema de freio a ar](#) acompanha a cadeia de ponta a ponta.

## Normas e leitura complementar

Este assunto é regido pelas regras de equipamento dos veículos comerciais com freios a ar. Nos Estados Unidos, a norma federal de freios a ar **FMVSS 121 (49 CFR 571.121)** define os reservatórios, a proteção e os tempos que um sistema em conformidade deve oferecer, e a Europa aplica os limites equivalentes do Regulamento UNECE n.º 13. Para mais detalhes, consulte o guia de referência ilustrado em [airbrakecompressor.com](#). Confirme sempre os valores específicos com a norma vigente e os dados de serviço do fabricante do veículo.

No Brasil a matéria é tratada pela norma nacional: a **Resolução CONTRAN nº 915/2022** estabelece os procedimentos de avaliação dos sistemas de freio e a exigência de ABS por categoria de veículo, com fundamento no **Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/1997)**.

## Como substituir o Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira?

### Passo a passo

---

A substituição do cilindro de freio / diafragma e mangueira envolve risco vital direto no tipo de mola: se o corpo for aberto sem descomprimir a mola de força, ela é lançada com grande energia e provoca ferimentos graves. A câmara da mola nunca deve ser desmontada, cortada ou furada; ela é substituída por completo. O equipamento de proteção individual é obrigatório: óculos resistentes a impacto, luvas, vestimenta de trabalho e calçado com biqueira de aço. O veículo deve ser calçado, a pressão do sistema deve ser esgotada e, ao desconectar a linha, as pontas devem ser mantidas longe do rosto.

- 1 Coloque o veículo em condição segura:** estacione em piso plano e firme, desligue a ignição, calce as rodas e desligue a chave geral da bateria. Não confie no freio de estacionamento — a peça que você vai remover é justamente o freio de estacionamento.
- 2 Esgote a pressão do sistema:** drene os reservatórios e confirme no manômetro que a pressão chegou a zero. No cilindro de mola, esse passo *aplicará* o freio; por isso o passo seguinte é obrigatório.
- 3 Descomprima mecanicamente a mola de força:** gire o parafuso de liberação atrás da câmara da mola no sentido e no número de voltas indicados pelo fabricante para engaiolar a mola e confirme manualmente que o freio ficou liberado. Se o parafuso resistir, a peça está danificada; não continue aplicando força.
- 4 Limpe a região:** retire lama, sal e ferrugem do entorno do cilindro, dos prisioneiros do flange e das conexões usando ar comprimido e escova de aço. Uma desmontagem suja danifica a rosca e ainda leva partículas para dentro da linha.
- 5 Identifique e desconecte as linhas de ar:** etiquete as linhas para não confundir as entradas de serviço e de estacionamento, abra as conexões segurando o corpo com uma contrachave e tampe imediatamente as aberturas com bujões limpos.
- 6 Solte a ligação da haste de acionamento:** remova o elemento de segurança do pino do garfo, retire o pino e anote o comprimento de ajuste sobre a haste. Essa medida é a referência para instalar a peça nova com o curso correto.
- 7 Remova o cilindro e inspecione o suporte:** afrouxe as porcas do flange de forma gradual e retire o cilindro; os cilindros combinados são mais pesados do que se espera, segure firme o peso. Verifique trincas no suporte, danos na rosca dos prisioneiros, folga no braço do freio e emperramento do regulador — instalar um cilindro novo em um suporte danificado traz a falha de volta em pouco tempo.
- 8 Confirme a peça nova:** coloque o cilindro novo lado a lado com o antigo e compare o número de tipo, a distância entre prisioneiros do flange, o comprimento da haste de acionamento e a posição da conexão de entrada. Certifique-se de que os furos de drenagem ficarão voltados para baixo após a montagem.

- 9 Monte e aplique o torque:** assente o cilindro no suporte e aperte as porcas do flange em sequência cruzada, no torque indicado pelo fabricante. Ajuste a ligação da haste de acionamento conforme a medida anotada, aperte a contraporca e substitua o elemento de segurança do pino. Conecte as linhas de ar à entrada correta.
- 10 Libere a mola e faça a regulagem:** leve o parafuso de liberação à posição de trabalho conforme definido pelo fabricante. Carregue o sistema, verifique a regulagem do regulador automático de acordo com o procedimento e meça o curso, comparando-o com o da outra roda do mesmo eixo.
- 11 Teste e faça a verificação final:** com pressão plena, percorra todas as conexões com água e sabão e confirme o freio de estacionamento aplicando e soltando algumas vezes. Faça um teste de frenagem em baixa velocidade; após o percurso, reexamine as conexões e o valor de curso.

## Quais são os erros mais comuns na troca do Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira?

No grupo cilindro de freio / diafragma e mangueira, o erro mais perigoso é tentar abrir o corpo de um cilindro de mola. Cortar a cinta de fixação, forçar o corpo ou furar a câmara da mola para descartar a peça sem antes descomprimir a mola de força pode resultar em ferimentos graves e em morte. Essa peça não recebe manutenção, ela é substituída por completo; mesmo um cilindro destinado à sucata não deve ser processado sem que se aplique o procedimento seguro de descompressão descrito pelo fabricante.

O segundo erro crítico é resolver a falha em uma única roda e ignorar o outro lado do eixo. O equilíbrio de frenagem se estabelece por eixo; um eixo que trabalha com um cilindro novo de um lado e um cilindro fatigado do outro puxa na frenagem, consome as lonas de forma desigual e sobrecarrega a regulação do EBS/ABS.

- **Trocar o número de tipo:** instalar um tipo diferente "porque era o que havia disponível" desequilibra a distribuição de força no eixo e invalida a homologação de tipo.
- **Montar sem medir o comprimento da haste de acionamento:** um ajuste errado significa freio arrastando permanentemente ou roda que freia atrasada.
- **Instalar com os furos de drenagem voltados para cima:** a água que entra no corpo não consegue sair e o diafragma e a mola sofrem corrosão por dentro.
- **Usar a mangueira antiga com o cilindro novo:** a borracha fatigada repete a mesma falha em pouco tempo; mangueira e cilindro devem ser avaliados em conjunto.
- **Conectar a mangueira esticada ou em posição de atrito:** uma linha tensionada em todo o curso da suspensão trinca na base da conexão em poucos milhares de quilômetros.
- **Confundir as entradas de serviço e de estacionamento:** o freio passa a funcionar invertido; o freio de estacionamento ou não segura ou não solta.
- **Apertar as porcas do flange "no tato":** torque insuficiente leva a afrouxamento; torque excessivo deforma prisoneiros e flange.

- **Esquecer de levar o parafuso de liberação à posição de trabalho:** o freio de estacionamento fica desativado e o veículo não segura em rampa.
- **Reutilizar o pino de segurança e o clipe:** um elemento de segurança fatigado cai com a vibração e a ligação do garfo se desfaz.
- **Não fazer o teste de vazamento e de curso após a troca:** um pequeno vazamento em uma conexão retorna como queda de pressão em viagem longa.

## Valores técnicos e pontos de verificação do Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira

Os valores a seguir, relativos ao grupo cilindro de freio / diafragma e mangueira, são faixas de referência geral frequentemente encontradas em sistemas de freio a ar de veículos comerciais pesados. O tipo de eixo, o tipo de cilindro e a geração do equipamento alteram essas faixas; para dados exatos, consulte o manual de serviço atualizado do fabricante do veículo.

Valores técnicos do Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira (referência geral)

| Parâmetro                                                                           | Faixa típica (referência geral)                                 | Observação                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Pressão de trabalho do sistema                                                      | 6,0–8,5 bar (87–123 psi)                                        | O valor de corte do regulador de pressão é específico do veículo |
| Pressão de aplicação plena do freio de serviço                                      | Aproximadamente 6,0–8,0 bar                                     | A força aumenta em proporção direta à pressão                    |
| Pressão em que o freio de mola fica totalmente liberado                             | Aproximadamente 5,5–6,5 bar                                     | Abaixo dela o freio entra em ação de forma progressiva           |
| Pressão em que o freio de mola começa a atuar                                       | Aproximadamente 3,5–4,5 bar                                     | Lógica de freio de emergência; avaliada no âmbito da ECE R13     |
| Força de frenagem de estacionamento da mola de força (ordem de grandeza do Tipo 24) | Aproximadamente 9–13 kN                                         | Varia conforme o tipo e o fabricante                             |
| Curso total da haste de acionamento                                                 | 50–75 mm (conforme o tipo)                                      | Tipos 12–16 na faixa inferior, Tipos 24–30 na superior           |
| Reserva de curso utilizável                                                         | Uma parcela significativa do curso total é mantida como reserva | O limite de aceitação é específico do veículo; obtido no manual  |
| Diferença de curso entre lado direito e esquerdo do eixo                            | Mantida a menor possível                                        | Quanto maior a diferença, maior a tendência de puxar na frenagem |
| Faixa de temperatura de trabalho                                                    | Aproximadamente -40 °C a +80 °C                                 | Próximo ao tambor, a temperatura local é mais alta               |

| Parâmetro                                   | Faixa típica (referência geral)                                | Observação                                                     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Margem de segurança de ruptura da mangueira | Um coeficiente de segurança muito acima da pressão de trabalho | O valor normativo é confirmado na família ISO 7628 / SAE J1402 |

Faixas típicas de torque para as fixações de montagem do cilindro de freio (referência geral; o valor exato é obtido no manual de serviço OE)

| Ponto de fixação                                | Faixa típica de torque (referência geral) | Nota de aplicação                                                                      |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Porcas do flange do cilindro (suporte do eixo)  | 150–210 Nm                                | Apertadas em sequência cruzada e por etapas; a rosca dos prisioneiros deve estar limpa |
| Conexão da linha de ar (entrada do cilindro)    | 20–40 Nm                                  | O aperto excessivo danifica o corpo da conexão e a superfície de vedação               |
| Contraporca do garfo da haste de acionamento    | 30–60 Nm                                  | Apertada depois de confirmado o comprimento de ajuste                                  |
| Parafuso da abraçadeira de fixação da mangueira | 8–15 Nm                                   | Fixa sem esmagar a mangueira; é o último a ser apertado                                |
| Parafuso de liberação mecânica                  | Valor definido pelo fabricante            | Não deve ser apertado à força; se estiver danificado, troca-se o cilindro              |

Os valores de torque e de pressão são apenas uma faixa orientativa. No mesmo veículo, o eixo dianteiro e o traseiro trabalham com valores diferentes; alguns fabricantes definem torques distintos para a primeira montagem e para a remontagem. O que vale é o manual de serviço atualizado do fabricante do veículo, específico para o código de chassi/eixo; o aperto deve ser feito com torquímetro calibrado.

- Há ferrugem, inchaço, amassado ou marca de impacto no corpo do cilindro?
- Os furos de drenagem estão desobstruídos, voltados para baixo e com os bujões no lugar?
- Ouve-se ruído de vazamento com o pedal pressionado e com o pedal livre?
- O curso da haste de acionamento está dentro do limite e a diferença entre os lados é aceitável?
- O pino do garfo, o clipe e a contraporca estão íntegros e travados?
- Há trinca, inchaço, marca de atrito na mangueira ou poeira úmida na base da conexão; a linha fica tensionada ou atrita em todo o curso da suspensão?
- O regulador automático trabalha livremente e a folga do braço do freio está normal?
- O freio de estacionamento responde sem atraso no teste de aplicar e soltar?

## Como fazer a manutenção do Cilindro de Freio / Diafragma e Mangueira e prolongar sua vida útil?

O grupo cilindro de freio / diafragma e mangueira não tem um "intervalo de troca" fixo; três fatores determinam sua vida útil: a secura do ar, a drenagem do corpo e a disciplina de montagem. Um cilindro alimentado com ar seco, com os furos de drenagem desobstruídos e

montado com o torque correto é uma das peças mais duráveis do veículo. Já um cilindro que opera em um sistema que bombeia ar úmido ou que fica submerso em lama volta à oficina com vazamento no diafragma antes de completar um ano. Em rotas onde se usa sal de degelo no inverno, a corrosão é o fator observado em campo que mais encurta a vida útil.

- **Disciplina com o secador de ar:** troque o cartucho do secador no intervalo indicado pelo fabricante. A umidade que entra no sistema significa corrosão dentro do cilindro e congelamento no inverno.
- **Drenagem dos reservatórios:** drene regularmente a água dos reservatórios; a água acumulada é transportada pelas linhas até o cilindro.
- **Manter os furos de drenagem abertos:** a cada manutenção, verifique os furos de drenagem do corpo e limpe tampões de lama e de gelo.
- **Varredura periódica de vazamentos:** nas manutenções, percorra todos os cilindros e conexões com água e sabão; um pequeno vazamento detectado cedo não se transforma em parada na estrada. Na lavagem, não direcione o jato de alta pressão diretamente para o cilindro.
- **Acompanhamento do curso:** torne a medição do curso uma rotina. O aumento do curso é um aviso antecipado sobre lona, regulador e cilindro.
- **Verificação do trajeto da mangueira:** mantenha as abraçadeiras completas e a mangueira livre e sem atrito; substitua a mangueira endurecida antes que ela rompa.
- **Abordagem por eixo:** planeje a troca do cilindro por par de eixo, e não por roda isolada; é assim que se preserva o equilíbrio de frenagem.
- **Monitoramento após a intervenção:** depois de qualquer serviço que envolva o sistema de freio, repita a verificação de vazamento e de curso nas primeiras centenas de quilômetros.

Nas frotas, a abordagem mais eficiente é planejar o cilindro de freio não como uma peça isolada, mas como um conjunto que inclui a mangueira, o garfo e os elementos de montagem. Em um eixo que já será desmontado para serviço de lona ou de tambor, renovar no mesmo atendimento o cilindro e a mangueira fatigados é muito mais econômico do que trazer o veículo à oficina uma segunda vez alguns meses depois.