



GUIA TÉCNICO

Unidade Hidráulica do Pedal de Embreagem de Caminhão: Falhas e Troca

Guia técnico sobre o cilindro-mestre de embreagem de caminhões: como diagnosticar vazamentos e ar no sistema, substituir a unidade e sangrar corretamente.

Quando o motorista engata a marcha em um veículo comercial pesado e sente que a embreagem não desengata por completo, o pedal parece "esponjoso" sob o pé ou não retorna à posição após ser pressionado, a culpa costuma recair sobre o disco ou o kit de embreagem. No entanto, a experiência de campo aponta com frequência para outro ponto: o problema está mais acima, na unidade hidráulica logo atrás do pedal em que o pé pisa. Nos caminhões e ônibus modernos, a embreagem já não é acionada por hastes articuladas e cabo, mas de forma hidráulica, por um cilindro-mestre integrado ao pedal. Este guia explica, com a visão de um chefe de oficina e de um técnico de serviço, o que faz a unidade hidráulica do pedal de embreagem, como ela falha, qual a sequência correta de diagnóstico, a disciplina de desmontagem, montagem e sangria do sistema, além dos hábitos de manutenção que prolongam sua vida útil.

Este documento foi elaborado pela equipe técnica da VADEN com base na prática de serviço do sistema de acionamento de embreagem em veículos comerciais pesados e na documentação dos fabricantes OE. Os valores aqui apresentados são referências gerais; para dados exatos, como tipo de fluido hidráulico, folga livre do pedal e torques de aperto, o manual de serviço OE atualizado, correspondente ao código de motor/chassi do veículo, é a referência definitiva. Última atualização: setembro de 2026. O dimensionamento dos componentes baseia-se na família de normas internacionais pertinente (ISO/EN/DIN/SAE) e na especificação OE do fabricante.

O Que É a Unidade Hidráulica do Pedal de Embreagem? Função e Princípio de Funcionamento

A unidade hidráulica do pedal de embreagem é o conjunto de acionamento que converte a força mecânica aplicada pelo motorista ao pedal em pressão hidráulica, por meio do cilindro-mestre integrado ao braço do pedal, e transmite essa pressão pela linha de embreagem ao cilindro escravo e, quando necessário, à forquilha de embreagem através de um servo/reforçador. O fluido proveniente do reservatório é comprimido pela haste de empurro do pedal, permitindo o desengate da embreagem.

A mesma unidade é conhecida por vários nomes no campo e nos catálogos: **cilindro-mestre de embreagem**, **bomba de embreagem**, **unidade superior do pedal** e, quando vem integrada ao braço do pedal, **unidade completa do pedal**. Todos fazem parte da mesma família de acionamento hidráulico; independentemente do nome pelo qual é procurada, o critério de seleção é sempre o mesmo: o código de chassi/motor e o número de referência OE.

O princípio de funcionamento combina alavanca e pressão hidráulica. Quando o motorista pisa no pedal, o braço do pedal gira em torno de um pino articulado e empurra a haste de empurro (pushrod) para a frente. A haste de empurro desloca o pistão dentro do cilindro-mestre. No início do curso, o pistão fecha a entrada de alimentação do reservatório (orifício de compensação); a partir desse ponto, o fluido dentro do cilindro começa a ser comprimido e surge a pressão. Essa pressão é transmitida, pelo bico de saída e pela mangueira de embreagem, até o cilindro escravo (cilindro de desengate). O pistão do cilindro escravo avança, diretamente ou com o apoio de um servo/reforçador (booster), empurrando a forquilha de

embreagem e liberando o disco de pressão — a embreagem desengata e a troca de marcha se torna possível.

Quando o pedal é liberado, o pistão retorna, o orifício de compensação reabre e o excesso de fluido volta ao reservatório. Esse retorno compensa a dilatação térmica do sistema e a variação de volume causada pelo desgaste do disco. É esse mecanismo de compensação que explica por que o acionamento hidráulico se autoajusta, ao contrário dos sistemas por cabo, e por que depende tanto da integridade das vedações. Assim que uma vedação começa a vazar, tanto a pressão se perde quanto o nível do reservatório cai silenciosamente.

Em quais sistemas OE ela aparece?

A geometria e o caráter de acionamento da unidade hidráulica do pedal de embreagem dependem menos da marca do veículo e mais da **arquitetura de acionamento de embreagem** e do **código de chassi/motor**. No serviço de veículos comerciais pesados, essa unidade é encontrada com mais frequência nas famílias **Mercedes-Benz Actros e Axor**, **MAN TGA / TGS / TGX**, **DAF CF e XF**, **Volvo FH e FM**, **Scania e Iveco Stralis**; do lado do reforçador (servo/booster), predominam unidades OE de origem Wabco e Knorr. Esses nomes são citados apenas como **exemplo de aplicação**; dentro de cada família há variantes de unidade diferentes conforme o nível de equipamento e o conjunto de pedal. A peça correta é definida não pela marca, mas pelo código de chassi/motor e pelo número OE; para as dimensões da linha hidráulica e das conexões, o procedimento de serviço OE correspondente deve ser seguido.

Variante sincronizada e não sincronizada

A unidade hidráulica do pedal de embreagem é fabricada em duas variantes básicas, conforme o tipo de comando da caixa de câmbio em que é utilizada. A **unidade sincronizada** é o tipo usado em câmbios em que as trocas de marcha são suavizadas por sincronizadores, com curso e características de acionamento ajustados para isso. A **unidade não sincronizada**, por sua vez, é destinada a aplicações sem sincronizador ou com lógica de acionamento diferente. Embora pareçam semelhantes por fora, o curso do pistão, o caráter de saída e as dimensões de conexão podem diferir; por isso, a variante errada compromete a sensação do pedal e a qualidade da troca de marcha. Na árvore de categorias VADEN, essa distinção é explícita: **Sincronizada e Não Sincronizada** são listadas separadamente.

Componentes e elementos auxiliares

- **Braço do pedal e mancal:** braço que transmite a força do pé, com relação de alavanca, à haste de empurro, girando sobre um pino articulado.
- **Cilindro-mestre integrado:** corpo que abriga o pistão e converte a força mecânica em pressão hidráulica.
- **Haste de empurro (pushrod):** conecta o braço do pedal ao pistão e carrega o ajuste de folga livre.
- **Entrada de alimentação do reservatório:** conexão que alimenta o cilindro com fluido hidráulico e exerce a função de compensação.
- **Elementos de vedação (retentores do kit de reparo):** retentores e O-rings dianteiros e traseiros do pistão; peça-chave em qualquer vazamento.

- **Bico de saída e mangueira de embreagem (546):** linha que conduz a pressão do cilindro-mestre ao cilindro escravo.
- **Mola de retorno:** mola e batente que retornam o pedal à posição superior.

Sistema / Aplicação	Tipo de acionamento	Característica	Nota de serviço
Acionamento hidráulico com reforço servo (cavalo mecânico pesado)	Cilindro-mestre + linha + cilindro escravo com servo/booster	Força no pedal reduzida pelo reforçador	Servo e cilindro-mestre falham separadamente; diagnóstico individual
Acionamento hidráulico direto (classe média)	Cilindro-mestre + linha + cilindro escravo	Sem servo, força no pedal mais alta	Sangria e manutenção das vedações são decisivas
Unidade sincronizada (325)	Acionamento de câmbio sincronizado	Curso/característica de saída ajustados à troca sincronizada	Variante não deve ser confundida; confirmar pelo número OE
Unidade não sincronizada (326)	Sem sincronizador / lógica diferente	Curso do pistão e dimensão de conexão diferentes	Variante errada compromete a troca de marcha
Unidade completa do pedal (939)	Braço do pedal + cilindro-mestre integrado	Braço, mancal e cilindro em um único conjunto	Se o desgaste ultrapassar o kit de reparo, troca-se o conjunto completo

A unidade hidráulica do pedal de embreagem varia conforme o veículo e o nível de equipamento: mesmo dentro da mesma família de cavalos mecânicos, a variante sincronizada/não sincronizada, a conexão do servo e a geometria do conjunto de pedal podem mudar. Não selecione a unidade apenas pelo "modelo do veículo"; confirme pelo código de motor/chassi, ano de fabricação e, se possível, pelo número OE gravado na unidade antiga. A variante errada compromete a sensação do pedal e a troca de marcha, além de forçar a montagem.

Como identificar uma falha na unidade hidráulica do pedal de embreagem?

A maioria das falhas da unidade hidráulica do pedal de embreagem se agrupa em dois tipos: perda de pressão hidráulica (vazamento ou ar no sistema) e deterioração da parte mecânica (braço do pedal, mancal, haste de empurro, mola). A primeira geralmente se manifesta como embreagem que não desengata e pedal "esponjoso"; a segunda, como pedal que não retorna ou ruído de ranger. A tabela a seguir relaciona os sintomas de campo às causas prováveis e ao método de verificação.

Sintoma	Causa Provável	Verificação
Pedal macio, sensação esponjosa; endurece após algumas pressões	Ar no sistema, vazamento interno na vedação do cilindro-mestre ou nível baixo no reservatório	Verificar nível do reservatório; observar mudança de sensação após sangria; manter o pedal pressionado e observar afundamento lento
Marcha entra com dificuldade, embreagem não desengata totalmente, engasgo na troca	Curso insuficiente: cilindro-mestre não gera pressão, vedação interna vaza ou há ar no sistema	Medir o curso do pedal; observar o deslocamento do cilindro escravo; verificar vazamento na linha e nas conexões
Nível do reservatório cai continuamente, sem sinal externo	Vazamento interno da vedação traseira do cilindro-mestre para a caixa do pedal	Verificar umidade/molhado atrás do pedal e na região da haste de empurro; vazamento interno exige kit de reparo
Pedal fica no fundo, não retorna sozinho	Mola de retorno quebrada/frouxa, vedação do pistão travando ou mancal do pedal emperrado	Com o motor desligado, puxar o pedal manualmente e testar o curso livre; inspeção visual da mola e do mancal
Pedal muito duro, exige muita força para pisar	Servo/reforçador fora de operação, linha entupida, mancal do pedal ressecado/corroído	Verificar alimentação do servo (ar/hidráulica); lubrificar a articulação do pedal; checar obstrução na linha
Gota ou marca de fluido hidráulico na região do pedal	Bico de saída, conexão da mangueira ou vedação dianteira do cilindro-mestre vazando	Limpar a região e pressionar o pedal para observar a direção de umedecimento no ponto de vazamento
Ranger, estalo ou vibração ao pisar/soltar o pedal	Pino articulado do pedal seco, mancal desgastado, folga no apoio da haste de empurro	Movimentar o pedal manualmente para verificar folga; inspecionar lubrificação e desgaste do pino e do mancal
Na primeira utilização pela manhã a embreagem trava, melhora ao esquentar	Pequena quantidade de ar no sistema ou vedação que endurece com o frio	Observação repetida em ciclos de frio-quente; avaliação da sangria e do estado das vedações

Vazamento, ar ou falha mecânica?

Essa distinção é metade do diagnóstico. Na unidade hidráulica do pedal de embreagem, se o pedal está esponjoso e endurece após algumas bombeadas, a primeira suspeita é **ar no sistema**. Se o nível do reservatório cai sem nenhum sinal externo, o problema costuma ser o **vazamento interno** da vedação traseira do cilindro-mestre para a caixa do pedal; nesse caso, entra em pauta o kit de reparo ou a unidade completa. Se o pedal não retorna, está duro ou range, o problema não está no sistema hidráulico, mas na parte **mecânica** — mola, mancal, pino ou haste de empurro. Trocar peças sem separar essas três possibilidades é o erro mais comum e mais caro.

Verificação do curso e da folga livre do pedal

No diagnóstico da unidade hidráulica do pedal de embreagem, o centro das atenções está na folga livre do pedal e no curso total. Os primeiros milímetros de curso do pedal (folga livre) correspondem ao espaço até o pistão fechar o orifício de compensação; se essa folga for grande demais, o curso restante não é suficiente para gerar pressão e a embreagem não desengata. Se for pequena demais, o pistão nunca abre o orifício, o fluido não retorna ao

reservatório e a embreagem permanece parcialmente acionada, queimando o disco. Os valores de folga livre e curso total são específicos de cada veículo; o valor exato deve ser confirmado no manual de serviço OE.

Teste de vazamento interno

Se a vedação interna do cilindro-mestre está vazando, o pedal, mantido pressionado, afunda lentamente até o fundo. Com o motor desligado, pressione o pedal com força moderada e mantenha-o firme: se sentir sob o pé uma "derretida" lenta, há vazamento interno, e o fluido costuma ir para a caixa do pedal, não para fora do veículo. Esse teste é o método mais rápido para explicar uma queda de nível sem nenhum vestígio externo.

Esse teste cobre apenas a extremidade do pedal; para o quadro completo das duas pontas da linha, veja o nosso guia sobre os [sintomas de falha no cilindro mestre e auxiliar da embreagem](#).

Leitura complementar

Para uma visão técnica em linguagem simples deste assunto, consulte o artigo de referência em [Wikipedia](#). Confirme sempre os valores e procedimentos específicos com os dados de serviço do fabricante do veículo.

Como substituir a unidade hidráulica do pedal de embreagem?

Passo a passo

O fluido usado no sistema hidráulico é agressivo para a pele, os olhos e superfícies pintadas; óculos de proteção e luvas resistentes a combustíveis/produtos químicos são obrigatórios. Em sistemas com fluido tipo DOT, o contato com a pintura causa dano — evite respingos. Não se deve intervir no conjunto do pedal sem antes colocar o veículo em segurança, de modo que não possa partir. O tipo correto de fluido e o procedimento de sangria são específicos de cada veículo; confirme o manual de serviço OE antes de começar.

- 1 Coloque o veículo em segurança:** desligue o motor, acione o freio de estacionamento, calce as rodas e desconecte a bateria/o polo negativo. Em sistemas com servo/reforçador, libere a pressão de ar conforme o procedimento, se aplicável.
- 2 Esvazie o sistema:** drene o fluido hidráulico pelo niple de sangria do cilindro escravo em um recipiente limpo. Aspire o reservatório. O fluido drenado não deve ser reutilizado. Limpe imediatamente qualquer respingo; ele mancha a superfície pintada.
- 3 ANOTE o ajuste da haste de empurro:** antes de instalar a nova unidade, meça e registre o comprimento atual da haste de empurro e a folga livre do pedal. Esse valor é a referência para ajustar corretamente a folga livre na montagem; se ignorado, a embreagem não desengata ou permanece parcialmente acionada.
- 4 Desmonte a conexão do pedal:** remova o pino articulado/clipe que une o braço do pedal à haste de empurro. Não force o pino; se estiver emperrado, aplique penetrante e aguarde. Fotografe a posição da mola de retorno.

- 5 Desconecte a linha hidráulica:** solte o bico de saída/mangueira com a ferramenta correta, segurando o corpo oposto. Tampone imediatamente a extremidade da linha aberta e a saída da unidade com tampas limpas — uma única partícula que entre no sistema hidráulico risca a vedação.
- 6 Desconecte a alimentação do reservatório:** remova a mangueira/clipe da entrada de alimentação do reservatório, controlando o gotejamento de fluido. Tampone as entradas.
- 7 Remova a unidade:** retire os parafusos que fixam o cilindro-mestre/unidade completa do pedal ao chassi/estrutura da cabine e remova a unidade. Anote o comprimento e a sequência dos parafusos.
- 8 Prepare a nova unidade ou o kit de reparo:** em uma substituição completa, compare a nova unidade com a antiga (furo de fixação, direção da saída, geometria do braço do pedal, variante sincronizada/não sincronizada). No reparo com kit, limpe o corpo e inspecione a parede do cilindro; se houver risco ou corrosão, o kit de reparo não é suficiente e a unidade completa é necessária. Umedeça levemente as novas vedações com o fluido adequado ao sistema antes de instalá-las.
- 9 Instale a unidade:** posicione a unidade sem forçar, inicie os parafusos manualmente e aperte na sequência e no torque OE corretos. Conecte a alimentação do reservatório e a linha hidráulica; aperte o bico no torque correto, sem esmagar a superfície cônica com excesso de força.
- 10 Ajuste a haste de empurro e a folga livre:** com base no valor registrado, ajuste o comprimento da haste de empurro e leve a folga livre do pedal à faixa OE. Não esqueça a contraporca. Se a folga livre estiver incorreta, o sistema nunca funcionará corretamente.
- 11 Abasteça com o fluido correto e FAÇA A SANGRIA:** encha o reservatório com o fluido do **tipo correto para o veículo** (óleo mineral ou DOT4 — misturar os dois danifica ou incha as vedações). Pelo niple do cilindro escravo, com duas pessoas ("pressiona-solta") ou com equipamento de sangria pressurizado/a vácuo, sangre o sistema até não sair mais ar. Esta etapa é crítica; sangria incompleta é a causa número um de "pedal esponjoso" e "embreagem não desengata". Durante o processo, não deixe o nível do reservatório cair a ponto de o sistema puxar ar novamente.
- 12 Faça o teste de estanqueidade e de funcionamento:** marque o nível do reservatório, pressione o pedal algumas vezes e confirme a sensação firme. Verifique todas as conexões com um pano seco. Dê partida no motor e teste a troca de marcha; confirme que a embreagem desengata completamente e que o pedal retorna. Após um breve teste de estrada, repita a verificação a frio — alguns vazamentos só aparecem depois do ciclo térmico.

Cuidados a Observar (erros mais comuns)

Usar o tipo errado de fluido hidráulico é o erro mais destrutivo na unidade hidráulica do pedal de embreagem. Colocar fluido tipo DOT (ou vice-versa) em um sistema que trabalha com óleo

mineral incha ou dissolve as vedações; em poucos dias o sistema começa a vazar por completo e até a unidade recém-instalada se perde. Antes de completar o reservatório, confirme sempre o tipo do sistema pela etiqueta OE ou pelo manual de serviço; nunca misture os tipos.

Tentar "silenciar" um pedal esponjoso apenas completando fluido apenas mascara o problema. Se o nível do reservatório está caindo, há um vazamento externo ou interno; completar fluido só adia a falha e, no caso de vazamento interno, o fluido se acumula na caixa do pedal. A atitude correta é localizar a origem e corrigi-la com o kit de reparo/vedações ou com a unidade completa.

- **Sangria incompleta:** mesmo uma única bolha de ar remanescente no sistema deixa o pedal esponjoso e impede o desengate completo da embreagem; a sangria não termina até não haver mais vestígio de ar.
- **Pular o ajuste da haste de empurro:** se a folga livre estiver errada, mesmo uma unidade nova não desengata a embreagem corretamente ou a mantém parcialmente acionada, queimando o disco.
- **Montagem suja:** poeira/sujeira que entra no sistema hidráulico risca as vedações; a região do bico e da entrada deve ser limpa antes da desmontagem.
- **Instalar a variante errada:** instalar a unidade não sincronizada no lugar da sincronizada (ou vice-versa) compromete o curso e a característica de saída, piorando a troca de marcha.
- **Deixar o reservatório esvaziar durante a sangria:** se o nível zerar, o sistema puxa ar novamente e o trabalho recomeça.
- **Não lubrificar a articulação do pedal:** pino e mancal secos causam ranger, dureza e, com o tempo, folga; aplique graxa adequada em cada intervenção.
- **Apertar demais o bico:** esmaga a superfície cônica/de vedação e torna o vazamento permanente; use torquímetro.
- **Negligenciar a mola/clipe de retorno:** uma mola ausente ou fadigada não retorna o pedal; verifique em cada desmontagem.
- **Reutilizar o fluido drenado:** fluido hidráulico usado carrega umidade e partículas; sempre abasteça com fluido novo.

Valores Técnicos e Pontos de Verificação

Os valores a seguir são faixas de referência gerais, comumente encontradas nos sistemas hidráulicos de acionamento de embreagem em veículos comerciais pesados. A família do veículo, a variante sincronizada/não sincronizada, o nível de equipamento e o ano de fabricação alteram essas faixas; para dados exatos, consulte sempre o manual de serviço atualizado do fabricante do veículo.

Valores técnicos da unidade hidráulica do pedal de embreagem (referência geral)

Parâmetro	Faixa/condição típica (referência geral)	Nota
Tipo de fluido hidráulico	Óleo mineral OU DOT4, conforme o veículo	Nunca misturar; a etiqueta/manual OE define

Parâmetro	Faixa/condição típica (referência geral)	Nota
Folga livre do pedal	Da ordem de poucos milímetros	Valor exato é específico do veículo; ajustado pela haste de empurro
Curso total do pedal	Específico da aplicação	Curso insuficiente não desengata a embreagem
Nível de fluido hidráulico do reservatório	Entre as marcas Min–Max	Queda contínua indica vazamento interno/externo
Torque dos parafusos de fixação da unidade/pedal	Faixa geral — seguir valor OE	Sequência e torque conforme manual
Torque do bico de saída/mangueira	Faixa geral — tolerância estreita	Aperto excessivo esmaga a superfície de vedação
Teste de vazamento interno (afundamento do pedal)	Não deve afundar quando mantido pressionado	Afundamento lento = vazamento na vedação do cilindro-mestre

Os valores de torque e curso acima são apenas uma faixa orientativa. Mesmo na mesma família de veículos, a variante sincronizada/não sincronizada e o conjunto de pedal podem exigir valores diferentes; alguns fabricantes definem torques distintos para a primeira montagem e para remontagens. Na prática, o que prevalece é o manual de serviço atualizado, específico do código de motor/chassi do fabricante do veículo.

- O nível do reservatório está entre Min e Max; caiu desde a última manutenção?
- A folga livre do pedal está na faixa OE; a contraporca da haste de empurro está apertada?
- O pedal afunda quando mantido pressionado (vazamento interno) — verificar com o motor desligado.
- O bico de saída, a mangueira e a conexão do reservatório estão secos — verificar a quente e a frio separadamente.
- O pino/mancal articulado do pedal está sem folga e lubrificado; há ranger?
- A mola de retorno está íntegra; o pedal retorna totalmente ao ser solto?
- Em sistemas com servo, a alimentação do reforçador (ar/hidráulica) está normal; o pedal está excessivamente duro?

Manutenção e Vida Útil

A unidade hidráulica do pedal de embreagem não tem um "período de troca" fixo por si só; o que determina sua vida útil é a qualidade do fluido hidráulico, o estado das vedações, a lubrificação da articulação do pedal e a montagem correta. Uma unidade que trabalha com o fluido correto, tem o nível verificado periodicamente e a articulação lubrificada é uma das peças de maior durabilidade do veículo. Em contrapartida, uma unidade que trabalha com fluido velho e contaminado por umidade, com a articulação seca ou que já teve contato com o fluido errado começa a vazar antes de completar um ano.

- **Disciplina do fluido:** o fluido hidráulico — especialmente em sistemas tipo DOT — absorve umidade; deve ser trocado conforme o período do fabricante e o nível verificado regularmente. Fluido contaminado reduz a vida útil das vedações.
- **Fidelidade ao tipo correto:** em qualquer complemento ou troca, use sempre o tipo definido do sistema; nunca misture fluido mineral e DOT.
- **Lubrificação da articulação do pedal:** pino, mancal e apoio da haste de empurro devem ser lubrificados periodicamente com graxa adequada; é a medida mais barata contra ranger e dureza.
- **Acompanhamento da folga livre:** conforme o disco desgasta e as peças mecânicas assentam, a folga livre pode variar; verifique e ajuste na manutenção quando necessário.
- **Inspeção visual periódica:** a cada manutenção, revise o nível do reservatório, a conexão do bico/mangueira e sinais de fluido dentro da caixa do pedal.
- **Acompanhamento pós-intervenção:** após qualquer trabalho no sistema hidráulico, verifique novamente a estanqueidade e a sensação do pedal nos primeiros quilômetros.
- **Agir cedo:** trate o pedal no primeiro sinal de esponjosidade ou queda de nível; um vazamento interno negligenciado enche a caixa do pedal e causa danos adicionais.

Para frotas, a abordagem mais eficiente é pensar na unidade não isoladamente, mas como parte de um sistema. Ao realizar o serviço no kit de embreagem ou no cilindro escravo, avaliar na mesma oportunidade o estado das vedações do cilindro-mestre, do bico de saída e da mangueira é muito mais econômico do que colocar o veículo novamente no fosso poucos meses depois. A família de produtos de unidade hidráulica do pedal de embreagem e conexões da VADEN foi montada exatamente com essa lógica: unidade completa do pedal, kit de reparo, mangueira de embreagem e variantes sincronizada/não sincronizada, compatíveis com o cilindro-mestre e o cilindro escravo conforme o código de motor/chassi, permitindo que o veículo saia da oficina com o conjunto de acionamento completo em uma única intervenção. Os dez minutos dedicados ao teste de estanqueidade e sensação do pedal antes de liberar o veículo são o seguro mais barato contra ficar parado na estrada.