



GUIA TÉCNICO

Mecanismo da Pinça de Freio a Disco de Caminhão: Eixo, Rolamento e Mola

O mecanismo interno da pinça de freio a disco em veículos pesados: eixo excêntrico, rolamentos, mola de retorno e ajuste automático da folga da pastilha.

Na oficina, o eixo traseiro de um cavalo-mecânico está levantado e a roda gira livremente à mão. Um leve atrito no disco é normal, mas desta vez algo é diferente: a cada volta, a roda emite um leve estalo sempre no mesmo ponto. Em outro veículo, o sintoma é o oposto — mesmo com o pedal do freio solto, a pastilha não se afasta do disco, e depois de poucos quilômetros o aro fica quente demais para tocar com a mão. Nos dois casos, a origem não está no corpo da pinça, mas em um mecanismo escondido dentro dela, invisível a olho nu: o eixo excêntrico, os rolamentos, a mola de retorno e o conjunto de engrenagem de ajuste. Esses quatro componentes formam o mecanismo que transforma o empuxo linear vindo da cuíca de freio na força que pressiona a pastilha contra o disco. Este guia examina, do início ao fim, esse mecanismo interno da pinça de freio a disco pneumático — como funciona, como apresenta falhas e como é substituído.

Este documento foi preparado pela equipe técnica da VADEN para sistemas de freio a disco pneumático de veículos comerciais pesados. Os valores aqui apresentados têm caráter de referência geral; para dados exatos, prevalece sempre o manual de serviço OE atualizado, correspondente ao código de motor e chassi do veículo. Última atualização: setembro de 2026. A função e a terminologia da pinça de freio a disco pneumático são definidas no âmbito do regulamento ECE R13 (frenagem ONU) e da norma ISO 611 (terminologia de frenagem de veículos rodoviários).

O que é o mecanismo da pinça de freio? Função e princípio de funcionamento

O mecanismo da pinça de freio é o conjunto interno do freio a disco pneumático que transforma a força de empuxo linear vinda da cuíca de freio na força que pressiona a pastilha contra o disco. É composto pelo eixo excêntrico (eixo-came), pelos rolamentos que o sustentam, pela mola de retorno que devolve o conjunto à posição inicial quando o freio é solto, e pelo conjunto de engrenagem de ajuste, que mantém a folga de funcionamento constante à medida que a pastilha se desgasta. Juntos, esses quatro componentes garantem que a pinça produza a força de frenagem de forma consistente e previsível.

A cadeia de força funciona assim: ao pisar no pedal do freio, a cuíca de freio recebe pressão de ar, e a haste de acionamento (pushrod) da câmara está ligada a uma alavanca que sobressai do corpo da pinça. Essa alavanca transmite um movimento de rotação ao eixo excêntrico dentro do corpo da pinça. Ao girar, o perfil excêntrico do eixo desloca linearmente, em direção ao disco, a placa-ponte (bridge) apoiada sobre ele. A placa-ponte empurra os pinos de pressão ligados ao conjunto de engrenagem de ajuste; a pastilha interna toca o disco primeiro e, pela força de reação gerada, o corpo da pinça desliza sobre os pinos-guia, pressionando também a pastilha externa contra o disco. O resultado é que um único movimento da câmara comprime as duas pastilhas contra o disco com força igual.

A segunda função desse conjunto é o efeito de alavanca: a geometria do braço do eixo excêntrico amplia a força relativamente modesta vinda da câmara e a transfere para a pastilha. A terceira função é a repetibilidade — o mecanismo da pinça precisa manter a mesma folga e a mesma relação força-curso em milhares de acionamentos de freio; caso contrário, a

sensação do pedal muda, o tempo de resposta do freio aumenta ou a pastilha se desgasta prematuramente.

Como funciona o eixo excêntrico (eixo-came)?

O eixo excêntrico é um eixo de aço posicionado no eixo horizontal dentro do corpo da pinça, com uma extremidade que recebe o movimento de rotação vindo da alavanca da cuíca de freio. Sobre o eixo há um perfil excêntrico ou came, deslocado do centro; à medida que o eixo gira, esse perfil empurra a placa-ponte, convertendo o movimento de rotação em movimento linear. O ângulo de rotação do eixo excêntrico é limitado — não é uma volta completa, mas apenas alguns graus bastam para levar a pastilha ao contato com o disco. Esse pequeno ângulo garante resposta rápida e controle preciso da força.

Por que os rolamentos (rolamentos de impulso) são necessários?

Em ambas as extremidades do eixo excêntrico, e nas superfícies onde a placa-ponte desliza dentro do corpo da pinça, existem rolamentos ou buchas de deslizamento; nas pinças de veículos pesados, a solução mais comum é o rolamento de agulhas. A função dos rolamentos é minimizar o atrito — quanto menor o atrito, maior a parcela da força vinda da câmara que é transferida à pastilha, e menor a parcela que se converte em calor. Os rolamentos também mantêm o eixo excêntrico centrado; quando se desgastam, surge folga radial no eixo, o que faz a placa-ponte se mover de forma inclinada e provoca desgaste irregular da pastilha.

Para que serve a mola de retorno?

Quando o pedal do freio é solto, a pressão de ar na câmara cai, mas é necessária uma força separada para devolver o eixo excêntrico e a placa-ponte à posição inicial — essa é a função da mola de retorno. A mola garante que se forme uma folga de funcionamento (running clearance) estreita, porém mensurável, entre a pastilha e o disco. Sem essa folga, a pastilha permanece em contato constante com o disco; uma pastilha arrastando esquentando, aumenta o consumo de combustível e se desgasta prematuramente.

Como funciona o conjunto de engrenagem de ajuste (mecanismo de ajuste automático)?

A pastilha se desgasta em uma quantidade muito pequena a cada acionamento do freio; se esse desgaste não for compensado, a folga de funcionamento aumenta progressivamente, o curso do pedal se alonga e a resposta do freio atrasa. O conjunto de engrenagem de ajuste é um mecanismo de embreagem-engrenagem ou parafuso sem-fim (worm gear) integrado ao eixo excêntrico; sempre que a folga de funcionamento ultrapassa o limite definido em um acionamento do freio, o mecanismo avança um estágio, gira o parafuso de ajuste e mantém constante a folga entre pastilha e disco. Graças a esse ajuste automático, o motorista sente o mesmo curso de pedal e a mesma resposta de frenagem durante toda a vida útil da pastilha; a necessidade de ajuste manual é eliminada.

Componentes do mecanismo da pinça de freio e sua função

Componente	Função	Sintoma ao desgastar
Eixo excêntrico (eixo-came)	Transmite o movimento de rotação vindo da câmara à placa-ponte como empuxo linear	Desgaste no perfil excêntrico, pressão irregular sobre a pastilha

Componente	Função	Sintoma ao desgastar
Rolamentos de impulso	Sustentam o eixo excêntrico e a placa-ponte com baixo atrito	Folga radial, ruído de estalo/batida, aumento de calor
Placa-ponte (bridge)	Transmite o movimento recebido do eixo excêntrico ao conjunto de engrenagem de ajuste	Assentamento inclinado, desgaste unilateral da pastilha
Mola de retorno	Devolve o conjunto à posição inicial quando o freio é solto	Arrasto da pastilha, contato leve constante
Conjunto de engrenagem de ajuste	Mantém a folga de funcionamento constante à medida que a pastilha se desgasta	Alongamento do curso do pedal, resposta de frenagem tardia
Coifa de proteção / retentores	Protegem o eixo excêntrico e a placa-ponte contra sujeira, umidade e sal	Corrosão interna, travamento do mecanismo

Qual é a diferença entre o mecanismo da pinça de freio e a alavanca de ajuste do freio a tambor (slack adjuster)?

No freio a tambor, o ajuste automático é feito por uma alavanca separada, externa ao conjunto, montada junto ao tambor (slack adjuster); a haste de acionamento da câmara movimenta essa alavanca do lado de fora, e ela pode ser observada a olho nu. No freio a disco, o mecanismo de ajuste fica dentro do corpo da pinça, em um sistema fechado de engrenagem-embreagem integrado ao eixo excêntrico — não é visível externamente e não pode ser observado diretamente sem desmontar a pinça. Essa diferença também muda o método de diagnóstico: no tambor, o ângulo de deslocamento da alavanca é verificado visualmente ou com instrumento de medição; no disco, o diagnóstico é feito de forma indireta, por meio do curso do pedal do freio, da folga sentida ao girar a roda manualmente e da medição da espessura da pastilha.

O mecanismo da pinça de freio é parte direta da cadeia de força de frenagem. Uma falha no eixo excêntrico, nos rolamentos ou no conjunto de engrenagem de ajuste faz com que uma roda freie menos ou com atraso em relação às demais, aumentando o risco de puxar para um lado ou derrapar. Ao perceber vibração, ruído de estalo ou pastilha arrastando, o veículo deve ser levado a revisão em curto prazo.

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 identificar uma falha no mecanismo da pinça de freio?

A falha no mecanismo da pinça de freio costuma ser confundida com a necessidade de troca de pastilha, porque o primeiro sintoma normalmente aparece na própria pastilha — desgaste irregular, arrasto ou ruído de atrito. Porém, se o mesmo sintoma se repete mesmo após a pastilha ser trocada, o problema está no mecanismo em si. A seguir estão os principais sintomas encontrados em campo e os respectivos métodos de verificação:

Sintomas de falha no mecanismo da pinça de freio e forma de verificação

Sintoma	Causa provável	Verificação / confirmação
Disco/aro esquenta demais após a frenagem, pastilha arrastando	Mola de retorno quebrada ou enfraquecida, ou conjunto de engrenagem de ajuste avançou demais	Girar a roda manualmente para sentir se há atrito constante, inspecionar a mola visualmente
Ruído rítmico de estalo/batida ao frear ou ao girar a roda	Desgaste e folga radial nos rolamentos do eixo excêntrico	Segurar a placa-ponte com a mão, sem desmontar a pinça, e verificar o jogo radial
Pedal do freio fica duro ou o curso se alonga com o tempo	Conjunto de engrenagem de ajuste não acompanha o desgaste da pastilha, mecanismo travado	Medir a folga de funcionamento entre pastilha e disco, testar a liberdade de movimento do mecanismo de ajuste
Veículo puxa para um lado ao frear	O mecanismo de uma das duas pinças do mesmo eixo produz menos força que a outra	Comparar a marca de pressão da pastilha e a homogeneidade da cor entre as duas pinças do mesmo eixo
Jogo visível na placa-ponte, parafusos-guia soltos	Folga aumentada no eixo da placa-ponte devido ao desgaste dos rolamentos	Empurrar a placa-ponte manualmente e verificar a quantidade de jogo livre
Pastilha desgasta de forma irregular, uma borda visivelmente mais fina que a outra	Eixo excêntrico ou placa-ponte se movem de forma inclinada, desgaste assimétrico dos rolamentos	Comparar a espessura da pastilha nas duas extremidades com micrômetro ou paquímetro
Nenhum som/sensação de avanço no mecanismo de ajuste	Conjunto de engrenagem de ajuste enferrujado ou sujo, travado	Girar manualmente o mecanismo de ajuste com a ferramenta adequada e verificar a resistência e a sensação de clique

Como verificar a folga (jogo) no mecanismo da pinça de freio?

A verificação começa com a roda ainda no chão: solta-se o freio de estacionamento, gira-se a roda manualmente e procura-se um atrito leve e uniforme em toda a volta. Uma resistência claramente maior em um ponto, ou a sensação periódica de um "estalo", indica um defeito nos rolamentos do eixo excêntrico ou na superfície de assentamento da placa-ponte. O segundo passo é a verificação manual da placa-ponte; aplica-se uma leve força lateral sobre ela, por

cima da coifa de proteção ou com a pinça aberta — um jogo perceptível indica que a folga dos rolamentos aumentou.

O terceiro passo é a medição da folga de funcionamento entre pastilha e disco; essa medição mostra se o conjunto de engrenagem de ajuste está cumprindo sua função. Se a folga estiver acima da faixa definida para o veículo, significa que o mecanismo de ajuste não está avançando — geralmente por corrosão, sujeira ou desgaste da engrenagem. Se não houver folga, ou se a pastilha estiver em contato leve constante, deve-se investigar a mola de retorno ou um avanço excessivo do mecanismo de ajuste. Em ambos os casos, o diagnóstico final só se confirma desmontando a pinça e inspecionando o mecanismo visualmente.

O atrito sentido na roda nem sempre vem do mecanismo; para verificar à parte se a pinça ainda desliza livremente no suporte, consulte o guia sobre **pino, bucha e parafuso da pinça**.

Antes de substituir uma pinça por "defeito", verifique sempre a mola de retorno e a liberdade de movimento do mecanismo de ajuste. Em boa parte das pinças trocadas em campo, o problema real é apenas uma mola ou uma engrenagem de ajuste enferrujada; mesmo trocando a pinça inteira, se a causa raiz não for identificada, o mesmo sintoma pode se repetir em outro eixo.

Como substituir o mecanismo da pinça de freio? Passo a passo

- 1 Estacione o veículo em piso plano e firme, acione o freio de estacionamento, coloque calços nas rodas e desligue o motor.
- 2 Alivie a pressão de ar do eixo correspondente conforme as instruções do sistema; nunca solte a cuíca de freio ou a conexão da linha de ar antes de aliviar a pressão.
- 3 Retire a roda, remova as pastilhas e separe a pinça do suporte (carrier); suspenda a pinça com um apoio para evitar que mangueiras e cabos fiquem tensionados.
- 4 Desconecte a cuíca de freio da pinça e leve o corpo da pinça para a bancada de trabalho.
- 5 Remova as coifas de proteção e os retentores; retire com cuidado a placa-ponte e o conjunto de engrenagem de ajuste do corpo da pinça.
- 6 Retire o eixo excêntrico junto com os rolamentos do corpo da pinça; durante a desmontagem, tome cuidado para não perder as agulhas ou esferas dos rolamentos.
- 7 Limpe as superfícies internas do corpo, o mancal do eixo excêntrico e as superfícies de deslizamento da placa-ponte; remova a graxa antiga e o pó de desgaste, e inspecione visualmente se há marcas de desgaste no perfil excêntrico e nas superfícies do mancal.
- 8 Lubrifique o kit de reparo — composto por eixo excêntrico, rolamento, mola de retorno e conjunto de engrenagem de ajuste novos — com a graxa de montagem resistente a altas temperaturas indicada pelo fabricante.

- 9 Monte os componentes na ordem inversa da desmontagem: eixo excêntrico, rolamentos, placa-ponte, conjunto de engrenagem de ajuste, mola de retorno e, por fim, coifas de proteção e retentores.
- 10 Encaixe a pinça no suporte, lubrifique os pinos-guia com graxa e aperte os parafusos em sequência cruzada e gradual; **os valores de torque devem ser obtidos no manual de serviço OE atualizado do veículo.**
- 11 Conecte a cúca de freio, instale as pastilhas, monte a roda, restabeleça a pressão de ar e acione o pedal do freio algumas vezes para confirmar que o conjunto de engrenagem de ajuste está ajustando automaticamente a folga de funcionamento e que a roda gira livremente.

Pontos de atenção: erros comuns

- **Tentar trocar os rolamentos individualmente:** O mecanismo da pinça de freio foi projetado como um conjunto; a troca de uma única peça causa incompatibilidade de dimensão e tolerância.
- **Instalar pastilha nova sem zerar o mecanismo de ajuste:** A folga de funcionamento fica fora do cálculo, e nos primeiros acionamentos o pedal é sentido como muito duro ou muito frouxo.
- **Usar tipo errado de graxa:** Uma graxa não resistente a altas temperaturas derrete ou escorre rapidamente; o rolamento fica sem lubrificação e se desgasta rapidamente.
- **Reaproveitar a coifa de proteção ou o retentor:** Uma coifa rasgada ou endurecida deixa entrar umidade e sujeira, acelerando a corrosão dentro do mecanismo.
- **Apertar os parafusos-guia de uma só vez, com torque total:** Sem um aperto cruzado e gradual, a placa-ponte assenta de forma inclinada e a pastilha se desgasta de maneira irregular.
- **Forçar o eixo excêntrico com martelo:** O impacto deforma permanentemente o perfil excêntrico e o mancal do rolamento; o eixo deve ser sempre encaixado manualmente ou com a ferramenta adequada.
- **Escolher a peça pela marca:** O kit de reparo correto é definido pelo número de referência OE gravado na pinça e pelo código de motor/chassi do veículo, não pelo nome da marca.
- **Iniciar a desmontagem sem aliviar a pressão:** A abertura descontrolada de um componente carregado por ar ou mola pode causar ferimentos graves.

Valores técnicos e pontos de verificação

A tabela a seguir resume os principais pontos verificados em campo no mecanismo da pinça de freio e as faixas de referência gerais. Os valores variam conforme o fabricante do veículo, o modelo da pinça e o sistema; **o valor exato deve sempre ser obtido no manual de serviço OE atualizado do veículo.**

Pontos de verificação do mecanismo da pinça de freio (referência geral)

Ponto de verificação	Referência geral	O que o desvio indica
----------------------	------------------	-----------------------

Ponto de verificação	Referência geral	O que o desvio indica
Folga de funcionamento entre pastilha e disco	Intervalo estreito, sem atrito perceptível, quando o freio é solto (o valor OE é o que prevalece)	Se grande, o curso do pedal se alonga; se ausente ou muito estreita, ocorre arrasto
Folga radial do eixo excêntrico	Estreita a ponto de não ser perceptível à mão (a tolerância OE é a que prevalece)	Se houver folga perceptível, os rolamentos estão desgastados
Comportamento de avanço do conjunto de engrenagem de ajuste	Avanço pequeno e gradual quando necessário, a cada acionamento do freio	Se não houver avanço, o mecanismo está travado ou emperrado
Tensão da mola de retorno	Força suficiente para devolver totalmente a placa-ponte e o eixo excêntrico à posição inicial	Se fraca, a pastilha continua em contato com o disco
Torque dos pinos-guia / parafusos da placa-ponte	Valor definido no manual de serviço OE do veículo, com aperto cruzado e gradual	Se baixo, causa afrouxamento e vibração; se alto, causa deformação do corpo
Tipo de graxa de montagem	Graxa especial aprovada pelo fabricante, resistente a alta temperatura e água	Graxa incorreta seca prematuramente ou escorre
Integridade da coifa de proteção / retentor	Sem rasgos, perfeitamente encaixada no lugar	Se rasgada, entra sujeira e umidade, iniciando corrosão interna
Simetria de desgaste da pastilha	Espessura próxima entre as duas pastilhas e entre as duas extremidades de cada uma	Se a diferença for grande, o mecanismo está operando de forma inclinada ou desbalanceada

Os componentes do mecanismo da pinça de freio fazem parte da cadeia de segurança do sistema de freios. Na escolha do eixo excêntrico, do jogo de rolamentos, da mola de retorno e do conjunto de engrenagem de ajuste, deve-se buscar correspondência exata com a referência OE do fabricante do veículo. Um eixo excêntrico com geometria diferente ou uma mola com dureza diferente prejudicam a pressão sobre a pastilha e o ajuste automático, mesmo que a pinça pareça funcionar normalmente à vista.

Manutenção e vida útil do mecanismo da pinça de freio

O fator mais determinante para a vida útil do mecanismo da pinça de freio é a integridade das coifas de proteção e dos retentores. Na manutenção periódica, deve-se verificar visualmente se as coifas apresentam rasgos, endurecimento ou mau assentamento, substituindo as que estiverem comprometidas; isso porque a umidade e o sal que entram no mecanismo corroem rapidamente o eixo excêntrico e os rolamentos. Sempre que a pastilha é trocada, também devem ser verificadas a liberdade de movimento do conjunto de engrenagem de ajuste e a tensão da mola de retorno — esses dois componentes não são trocados com a mesma frequência que a pastilha, mas devem ser verificados com a mesma frequência.

A lavagem de alta pressão representa um risco específico para o mecanismo da pinça de freio. Quando o jato de água é direcionado diretamente para a coifa de proteção ou para a região da placa-ponte, a água pode entrar pela borda da coifa; esse dano não aparece na hora, mas se manifesta dias depois como corrosão e travamento. Em frotas que operam no inverno, em condições de estrada salgada e úmida, a verificação periódica do mecanismo da pinça — visual e manual, sem desmontagem, observando o jogo da placa-ponte, a resistência do mecanismo de ajuste e a tensão da mola — é a forma mais econômica de detectar a falha antes que o veículo fique parado na estrada.

Recomenda-se que as frotas incluam a verificação do mecanismo da pinça, junto com a medição da espessura da pastilha, no plano de manutenção periódica. Mesmo com a pastilha ainda acima do valor limite, pode já haver travamento no conjunto de engrenagem de ajuste ou desgaste prematuro nos rolamentos; identificar esses sinais precoces reduz significativamente o risco de arrasto súbito da pastilha ou perda de frenagem em um único lado durante a viagem.

Componentes do mecanismo da pinça de freio VADEN ORIGINAL

A VADEN ORIGINAL fabrica, dentro das medidas e tolerâncias OE, o eixo excêntrico, o jogo de rolamentos, a mola de retorno, o conjunto de engrenagem de ajuste e os kits de reparo completos que reúnem esses componentes para pinças de freio a disco pneumático de veículos comerciais pesados. A linha de produtos abrange os tipos de corpo de pinça e as geometrias de fixação mais utilizados em aplicações de caminhão, cavalo-mecânico, ônibus e reboque.

Para encontrar o kit de reparo correto, usar o número de referência OE gravado no corpo da pinça e o código de motor/chassi do veículo, em vez da marca e do modelo do veículo, elimina o risco de correspondência incorreta. O mecanismo da pinça de freio é o elo final da cadeia do sistema de freio a ar — que começa com a secagem do ar vindo do compressor — e é onde a força de frenagem é efetivamente gerada; se houver problema em um elo anterior dessa cadeia (secador de ar, válvula relé, cuíca de freio), o desempenho da frenagem é afetado mesmo que o mecanismo da pinça esteja em perfeitas condições. A biblioteca de guias técnicos da VADEN inclui guias separados de falha, substituição e manutenção para o compressor de ar, o secador de ar, a válvula relé, a cuíca de freio, o sensor ABS e a pastilha de freio.