



GUIA TÉCNICO

Compressor de ar: falhas, substituição e manutenção

Compressor de ar para caminhões: sintomas de falha, substituição passo a passo e manutenção. Guia técnico VADEN ORIGINAL.

vaden.com.tr · vadenoriginal.com · Versão: Julho 2026 · Veículo pesado (caminhão · trator · ônibus)

Em veículos comerciais pesados, o sistema de freios funciona inteiramente com ar comprimido; o coração que produz esse ar é o compressor de ar de freio, acionado pelo motor. Quando o compressor de um cavalo mecânico ou de um ônibus perde desempenho, o resultado não é apenas um "reservatório que enche devagar": surgem problemas em cadeia, como tempo de recuperação de pressão alongado, aviso de baixa pressão, passagem de óleo e saturação precoce do secador de ar. Este guia reúne, em linguagem de campo, a lógica de funcionamento do compressor, o diagnóstico de falhas, a prática correta de substituição e os valores técnicos seguros para veículos a diesel pesados.

💡 DICA — Este guia foi elaborado pela equipe técnica da VADEN, que possui experiência em fabricação e em serviço de campo de sistemas de freio a ar de veículos comerciais pesados, e teve sua exatidão técnica verificada. Os valores aqui apresentados são referências gerais e seguras para sistemas pesados comuns; para valores exatos específicos do modelo do veículo e do compressor, baseie-se sempre no manual de serviço da montadora original correspondente (por exemplo, boletins de serviço da Bendix e da Knorr-Bremse). Última atualização: julho de 2026.

O que é o Compressor de Ar de Freio? Função e Princípio de Funcionamento

O compressor de ar de freio é uma bomba de pistão que, em veículos comerciais pesados, é acionada pelo motor e comprime o ar atmosférico para produzir o ar comprimido necessário ao funcionamento do sistema de freios. O ar que ele produz passa pelo secador de ar e enche primeiro o reservatório úmido e, em seguida, os reservatórios dos circuitos de freio dianteiro e traseiro. O compressor recebe acionamento do motor por engrenagem, por correia-polia ou por acoplamento direto ao virabrequim/comando, e geralmente é de um ou dois cilindros. No diesel pesado, essa unidade funciona com a mesma lógica dos compressores equivalentes aos tipos Bendix Tu-Flo e Knorr-Bremse; a família de produtos VADEN também é fabricada para substituir esses projetos de tipo original (OE).

O compressor gira continuamente, mas não bombeia ar o tempo todo. Três componentes gerenciam o sistema em conjunto:

- **Compressor:** a unidade que comprime fisicamente o ar.
- **Governador (regulador de pressão):** válvula que lê a pressão do reservatório e alterna o compressor entre os modos "carga" (bombeando ar) e "alívio" (sem bombear ar, por meio do unloader).
- **Mecanismo de alívio (unloader):** dispositivo que, com o ar-piloto vindo do governador, mantém as válvulas de admissão abertas e interrompe o bombeamento de ar do cilindro.

Como funciona o ciclo cut-in / cut-out?

Quando a pressão do reservatório atinge o limite superior (cut-out), o governador entra em ação, alimenta o unloader e coloca o compressor em alívio; o compressor gira, mas não bombeia ar. Quando a pressão cai ao limite inferior (cut-in), o governador corta o ar-piloto, o unloader se fecha e o compressor volta a bombear ar. Esse ciclo mantém a pressão em uma faixa estreita enquanto o motor estiver funcionando. Em um sistema pesado típico, o cut-out

fica em torno de ~8,6 bar (125 psi) e o cut-in em torno de ~6,9 bar (100 psi); o governador geralmente faz o cut-in 1,4–1,7 bar (20–25 psi) abaixo do cut-out. Esses valores são compatíveis com as faixas típicas indicadas nos boletins de serviço da Bendix e da Knorr-Bremse; o ajuste exato varia conforme a montadora e o modelo do governador.

Por que um pouco de óleo é arrastado "normalmente"?

No compressor de pistão, é parte natural do projeto que uma pequena quantidade de vapor de óleo se misture ao ar comprimido para lubrificar os anéis e as válvulas. Esse "arraste normal de óleo" é retido pelo dessecante e pelo separador de óleo do secador de ar e é expelido para fora a cada cut-out, com o pulso automático de purga do secador. O problema começa quando essa quantidade ultrapassa o limite de projeto — ou seja, quando os anéis/cilindro se desgastam.

Tipos equivalentes de OE e correspondência veículo–motor

O que determina a escolha correta do compressor é a família do motor, o tipo de acionamento (engrenagem/correia), o número de cilindros (um ou dois) e a vazão de ar exigida. A tabela a seguir é uma correspondência orientativa para as plataformas pesadas mais comuns.

Família de veículos (exemplo)	Família do motor	Tipo de compressor típico	Tendência de cilindros / vazão
Mercedes-Benz Actros / Antos	OM 470 / OM 471	Tipo Knorr-Bremse (ex.: equivalente à família LK)	Um ou dois cilindros, vazão média–alta
Volvo FH / FM, Renault T	D11 / D13	Equivalente ao tipo Knorr / Wabco	Dois cilindros, alta vazão
Scania R / S	DC13 / DC16	Equivalente ao tipo Knorr	Dois cilindros, alta vazão
MAN TGX / TGS	D26 (D2676)	Equivalente ao tipo Knorr	Um / dois cilindros
DAF XF / CF	MX-11 / MX-13	Equivalente ao tipo Knorr / Wabco	Dois cilindros
Iveco Stralis / S-Way	Cursor 11 / 13	Equivalente ao tipo Knorr	Um / dois cilindros
Cavalos mecânicos norte-americanos	Cummins / Detroit	Equivalente ao Bendix Tu-Flo 550 (simples) / Tu-Flo 750 (duplo)	Um ou dois cilindros

⚠ ATENÇÃO — Esta tabela é apenas orientativa. Mesmo em um mesmo veículo, a variante do motor, o ano de fabricação e a opção de um/dois cilindros podem exigir um compressor diferente. Não faça o pedido do equivalente exato sem confirmar pelo código do motor do veículo e pelo número de peça original (OE) do compressor removido.

Sintomas de Falha e Diagnóstico

A maioria das falhas do compressor se agrupa em três grandes categorias: **passagem de óleo**, **pressão insuficiente/atrasada** e **superaquecimento/ruído**. O ponto crítico é este: um mesmo sintoma (por exemplo, reservatório que enche devagar) pode ter origem no compressor, no governador ou em um vazamento no sistema. Por isso, o diagnóstico deve ser feito isolando o sistema antes de desmontar o compressor.

Sintoma	Causa possível	Verificação / Confirmação
Reservatório enche muito devagar (tempo de recuperação longo)	Anéis/cilindro desgastados, filtro de ar obstruído, placa de válvula com vazamento, vazamento no sistema	Meça o tempo de recuperação de 85→100 psi (deve ser ≤40 s); trate primeiro o vazamento do sistema; verifique o filtro de admissão
Excesso de óleo no secador de ar e nos reservatórios / película de óleo na saída	Superfície de anéis e cilindro desgastada, superaquecimento, linha de retorno de óleo do motor obstruída	Inspeção a saída de purga do secador e a dreno do reservatório úmido; aplique o teste padronizado de arraste de óleo em vez do subjetivo "teste do cartão"
A pressão não atinge o valor de cut-out ou nunca corta	Falha do governador, unloader travado, vazamento na linha de descarga	Teste primeiro desativando o governador; se o problema persistir, desmonte e inspecione o mecanismo do unloader
O compressor trabalha continuamente "forçado", com a temperatura do cabeçote subindo	Unloader travado fechado, linha de descarga restrita/obstruída, acúmulo de carbono	Monitore a temperatura do cabeçote e da linha de descarga; verifique acúmulo de carbono/escamas na linha de descarga
Ciclo irregular, leituras de pressão instáveis	Unloader com funcionamento intermitente, vazamento na linha-piloto do governador	Verifique a linha-piloto do governador e as vedações do pistão do unloader
Crostras de carbono na linha de descarga, secador que satura rápido	Arraste crônico de óleo + alta temperatura de descarga	Teste de condição do compressor + verificação da linha de descarga e do cartucho do secador

Como distinguir o sintoma de passagem de óleo (oil passing)

Um pequeno arraste de óleo é normal; por isso, dizer "há óleo na saída" não condena, por si só, o compressor. Se, pouco tempo depois de um serviço no secador, o óleo volta a se acumular, se há escamas de carbono na linha de descarga e o sistema enche devagar sem vazamento aparente, então existe de fato uma falha de arraste de óleo. No diagnóstico, deve-se preferir um teste padronizado de arraste de óleo (por exemplo, o método do recipiente de medição semelhante ao Bendix BASIC) em vez da avaliação subjetiva a olho.

Como distinguir o sintoma de pressão insuficiente / recuperação longa

O tempo alongado de subida de pressão é o primeiro aviso. Mas, antes de culpar o compressor, isole o sistema: com os freios liberados, meça a taxa de vazamento. Se o vazamento estiver dentro do limite e o filtro de admissão estiver limpo, o enchimento lento provavelmente decorre de anéis desgastados ou de superfície de cilindro riscada.

Como distinguir o sintoma de superaquecimento / ruído

Um ruído constante e abafado de "esforço" e a temperatura crescente do cabeçote costumam indicar uma válvula unloader travada fechada — como o compressor não consegue entrar em alívio, ele bombeia continuamente. Uma linha de descarga restrita ou com trajeto incorreto também eleva a temperatura do cabeçote e transforma o óleo em carbono; esses dois fatores se alimentam mutuamente.

Etapas de Substituição / Instalação

As etapas a seguir são uma sequência geral para diesel pesado (caminhão/cavalo mecânico/ônibus); baseie-se sempre nos valores de torque e nos procedimentos do manual de serviço do veículo e do compressor.

⚠ ATENÇÃO — Use equipamento de proteção individual: óculos de proteção e luvas. O cabeçote, o cilindro e a linha de descarga do compressor podem estar quentes o suficiente para causar queimaduras logo após o funcionamento; não toque as superfícies com as mãos desprotegidas antes de esfriarem. O ar comprimido pode causar lesões graves nos olhos e na pele — antes de iniciar a desmontagem, esvazie totalmente o sistema.

- 1 Torne o sistema seguro:** pare o veículo em piso plano, calce-o, desligue o motor e esvazie completamente todos os reservatórios de ar pelas válvulas de dreno. Não solte nenhuma conexão antes de a pressão estar zerada.
- 2 Marque as conexões:** fotografe e etiquete as linhas de admissão (conexão da admissão do motor ou do filtro de ar), de descarga, a linha-piloto do governador, a de água de arrefecimento (nos tipos refrigerados a água) e as linhas de lubrificação.
- 3 Solte as linhas:** desconecte as linhas de descarga, de admissão, do governador e, se houver, de água/óleo. Feche todas as aberturas expostas para evitar entrada de sujeira/água no sistema.
- 4 Desconecte o acionamento:** nos tipos por engrenagem, remova a engrenagem/flange; nos por correia, remova a polia e o tensor. No acionamento por engrenagem, anote as marcas de sincronismo.
- 5 Retire o compressor antigo:** solte os parafusos de fixação e desça o compressor apoiando-o. Não subestime o peso; use um dispositivo de elevação adequado.
- 6 Limpe a superfície de montagem e as linhas:** remova os resíduos de junta antiga da superfície do flange. Verifique obrigatoriamente a linha de descarga; se estiver obstruída por carbono, limpe-a ou substitua-a — caso contrário, o novo compressor também falhará em pouco tempo.
- 7 Instale o novo compressor e uma junta nova:** use sempre junta/anel O-ring novos. Assente o compressor e aperte os parafusos de fixação no torque do fabricante, de forma gradual e em sequência cruzada (para as faixas típicas, consulte a seção "Valores Técnicos").
- 8 Conecte o acionamento:** no acionamento por engrenagem, alinhe as marcas de sincronismo; no por correia, ajuste o alinhamento da polia e a tensão da correia ao valor do fabricante.

- 9 Conecte a lubrificação e o arrefecimento:** conecte a linha de lubrificação sob pressão; se necessário, faça o pré-abastecimento de óleo para que a linha não fique com ar antes da primeira partida. No tipo refrigerado a água, conecte o circuito de arrefecimento e faça a sangria de ar.
- 10 Reconecte as linhas:** conecte corretamente as linhas de admissão, de descarga e a piloto do governador. Cuide para que a linha de descarga seja o mais curta possível, com inclinação contínua para baixo e sem curvas (isso reduz a condensação e o acúmulo de carbono).
- 11 Primeira partida e verificação:** dê partida no motor e faça a verificação de vazamentos com água e sabão em todas as conexões. Confirme o tempo de recuperação, as pressões de cut-in/cut-out e o pulso de purga do secador.

Pontos de Atenção (Erros Comuns)

⚠ ATENÇÃO — Instalar um novo compressor sem verificar a linha de descarga (discharge line) é o erro mais caro. O óleo bombeado pelo compressor antigo se cozinha na linha como carbono e a obstrui parcialmente; esse acúmulo eleva a temperatura do cabeçote e faz o novo compressor também passar a bombear óleo em pouco tempo. Ao instalar o novo compressor, limpe ou renove obrigatoriamente a linha de descarga.

⚠ ATENÇÃO — Não solte nenhuma conexão com o sistema pressurizado. O ar comprimido e as peças arremessadas causam lesões graves. Antes da desmontagem, reduza todos os reservatórios a zero bar e use óculos de proteção.

- **O equívoco "óleo na saída = compressor acabado":** um pequeno arraste de óleo é normal. Antes de substituir o compressor, confirme com o teste padronizado de arraste de óleo; o problema também pode ser o cartucho do secador ou a linha de retorno de óleo obstruída.
- **Culpar o compressor sem testar o governador:** se a pressão não corta ou o ciclo está irregular, verifique primeiro o governador e o unloader. A maioria dos casos de "compressor não bombeia" tem origem, na verdade, no governador ou no unloader.
- **Trajeto incorreto da linha de descarga:** uma linha com curva para cima, longa ou restrita acumula condensação e eleva a temperatura. A linha deve ser curta, com inclinação para baixo e de fluxo livre.
- **Negligenciar a tensão da correia:** nos tipos por correia, uma correia frouxa causa deslizamento e baixa vazão, enquanto uma correia excessivamente tensa reduz a vida útil do mancal/rolamento.
- **Diagnosticar sem medir o vazamento do sistema:** antes de atribuir o enchimento lento ao compressor, faça sempre o teste de vazamento; o verdadeiro culpado costuma ser um vazamento no circuito.
- **Não limpar bem a superfície da junta antiga:** resíduos de junta remanescentes causam vazamento e nova desmontagem.

Valores Técnicos e Pontos de Verificação

Os valores a seguir são referências gerais/seguras para sistemas comuns de veículos comerciais pesados. Valores críticos como cut-in/cut-out, torque e temperatura de descarga **variam conforme o modelo do veículo e do compressor**; para o número exato, baseie-se sempre no manual de serviço correspondente.

Parâmetro	Referência típica / segura	Observação
Pressão de cut-out (superior) do governador	~8,6 bar (125 psi)	Varia conforme o modelo
Pressão de cut-in (inferior) do governador	~6,9 bar (100 psi)	~1,4–1,7 bar (20–25 psi) abaixo do cut-out
Tempo de recuperação (85→100 psi)	≤ 40 segundos	Em rotação acima da marcha lenta; se for maior, há perda de eficiência
Vazamento do sistema (freios liberados)	Veículo isolado < 2 psi/min, combinação < 3 psi/min	Deve ser medido obrigatoriamente antes do diagnóstico
Aviso de baixa pressão	~4,1–4,5 bar (60–65 psi)	A luz/alarme de aviso deve ativar abaixo dessa faixa
Temperatura da linha de descarga / cabeçote	Não deve subir excessivamente	A alta temperatura transforma o óleo em carbono; sinal de restrição/obstrução

Os limites de recuperação (≤40 s) e de vazamento acima (veículo isolado <2 psi/min, combinação <3 psi/min) são compatíveis com as referências de serviço e inspeção amplamente aceitas para sistemas de freio a ar de veículos pesados; os limites de vazamento coincidem com os critérios de inspeção de beira de estrada derivados da FMVSS 121, e os valores de recuperação e de ciclo coincidem com os boletins de serviço da Bendix e da Knorr-Bremse. Quanto à homologação de tipo e ao desempenho mínimo do sistema de freios, na UE tomam-se como base os regulamentos vigentes ECE R13 / (UE) 2015/68. Os valores do regulamento regional e da montadora do veículo têm sempre prioridade.

Torque de montagem típico e sequência de aperto

O torque dos parafusos de fixação do compressor varia conforme a bitola do parafuso, a classe (8.8/10.9) e o projeto do flange. Os valores a seguir são apenas **referência geral**; para o torque e a sequência de aperto exatos, use obrigatoriamente o manual do veículo/compressor.

Parafuso (bitola / classe)	Faixa típica de torque a seco	Observação
M8 / 8.8	~22–25 Nm	Referência geral
M10 / 8.8	~43–48 Nm	Referência geral
M10 / 10.9	~60–65 Nm	Parafuso de alta resistência
M12 / 8.8	~75–85 Nm	Referência geral
M12 / 10.9	~105–115 Nm	Parafuso de alta resistência

💡 **DICA** — Aperte os parafusos de fixação não de uma só vez, mas de forma gradual (por exemplo, 50% → 100%) e em sequência cruzada. Isso garante o assentamento correto da superfície do flange e a vedação da junta. No compressor com acionamento por engrenagem, verifique também a folga da engrenagem (backlash) conforme o manual.

Pontos de verificação rápida em campo

- Meça o tempo de recuperação com cronômetro; se estiver alongado, verifique primeiro o vazamento, depois o filtro de admissão e, por fim, a condição do compressor.
- A cada cut-out deve-se ouvir um pulso nítido de purga (descarga de ar-água) do secador; se não houver, verifique o secador/válvula de purga.
- Observe o líquido que sai do dreno do reservatório úmido: excesso de óleo é sinal de arraste crônico.
- Verifique a linha de descarga com a mão (fria) e visualmente; se houver escamas de carbono ou resíduo endurecido, a linha deve ser renovada.

Manutenção e Vida Útil

A vida útil do compressor depende, em grande medida, de duas coisas: ar de admissão limpo e baixa temperatura de descarga. Ambas afetam diretamente o arraste de óleo e a formação de carbono. Uma rotina simples de manutenção preventiva prolonga a vida útil tanto do compressor quanto do secador de ar e das válvulas por trás dele.

- **Diário / antes da viagem:** observe a recuperação e o cut-out, confirme o aviso de baixa pressão e drene os reservatórios. Nos tipos autolubrificadas (self-lubricated), verifique o nível de óleo.
- **Periódico (nas manutenções PM/DOT):** registre o tempo de recuperação, confirme o pulso de purga, inspecione braçadeiras e linhas e avalie os resultados do dreno dos reservatórios (água/óleo).
- **Óleo e linhas:** em alguns tipos autolubrificadas, o óleo é trocado periodicamente (no intervalo do fabricante, por exemplo, em determinado km/hora de trabalho, com óleo de grau SAE adequado). Nos tipos com lubrificação sob pressão, a qualidade do óleo do motor e a desobstrução da linha de retorno são críticas.
- **Cartucho do secador de ar:** renove o cartucho no intervalo do fabricante. Um cartucho saturado não retém óleo nem umidade, o que provoca corrosão nos reservatórios e falhas nas válvulas.
- **Fonte de admissão:** mantenha limpo o filtro/linha de admissão. Uma admissão suja reduz a vazão e aumenta o consumo de óleo.

Quando arraste crônico de óleo, acúmulo recorrente de carbono e recuperação alongada sem vazamento aparecem juntos, chegou a hora de retificar (overhaul) ou substituir o compressor. Em vez de retificar, a substituição completa é, na maioria das aplicações pesadas, uma solução mais confiável e de menor custo total; nesse caso, renovar também a linha de descarga e o cartucho do secador prolonga sensivelmente a vida útil. O governador e o unloader à frente do

compressor e o secador de ar atrás dele fazem parte do mesmo sistema; para evitar a recorrência da falha, avalie também esses componentes em conjunto.

Perguntas Frequentes

É normal ver um pouco de óleo na saída do compressor?

Sim, um arraste muito pequeno de óleo é parte natural do compressor de pistão e é necessário para a lubrificação dos anéis/válvulas. Esse óleo é retido pelo secador de ar e purgado para fora a cada cut-out. O problema começa quando aparecem juntos o óleo que volta a se acumular pouco depois do serviço no secador, as escamas de carbono na linha de descarga e o sistema que enche devagar.

A causa do reservatório encher devagar é sempre o compressor?

Não. O culpado mais frequente é o vazamento no sistema. Primeiro, com os freios liberados, meça a taxa de vazamento (veículo isolado <2 psi/min, combinação <3 psi/min). Se o vazamento estiver dentro do limite e o filtro de admissão estiver limpo, então há probabilidade de perda de eficiência por anéis/cilindro desgastados.

É o governador que está com defeito ou o compressor? Como distinguir?

Se a pressão nunca corta, não atinge o cut-out ou o ciclo é irregular, verifique primeiro o governador e o unloader. Se, ao desativar o governador, o problema se corrige, o culpado é o governador/unloader; se ainda assim não bombeia ar, desmonte e inspecione o mecanismo do unloader.

O compressor superaquece e trabalha sempre forçado; qual pode ser a causa?

A causa mais comum é a válvula unloader travada fechada — como o compressor não consegue entrar em alívio, ele bombeia sem parar e a temperatura do cabeçote sobe. Uma linha de descarga restrita ou com trajeto incorreto também eleva a temperatura. Como a alta temperatura transforma o óleo em carbono, esses dois problemas se alimentam mutuamente.

Ao instalar um compressor novo, é obrigatório trocar a linha de descarga?

Mesmo quando não é obrigatório, é fortemente recomendável. O óleo bombeado pelo compressor antigo se acumula como carbono na linha de descarga e a obstrui parcialmente. Se você instalar o novo compressor sem limpar esse acúmulo, a temperatura crescente fará a nova unidade também passar a bombear óleo em pouco tempo. No mínimo, limpe a linha; se houver crosta de carbono, renove-a.

Com que torque devo apertar os parafusos de fixação do compressor?

O torque exato varia conforme o modelo do veículo e do compressor; a prioridade é sempre o manual de serviço. Para dar uma ideia geral, os valores comuns ficam em torno de ~43–48 Nm no parafuso M10 8.8 e ~75–85 Nm no M12 8.8. Aperte os parafusos de forma gradual e em sequência cruzada; para a vedação da junta, não vá ao torque total de uma só vez.

Devo mandar retificar ou fazer a substituição completa?

A decisão depende do grau de desgaste e do custo. Se a superfície do cilindro estiver muito riscada e as sedes dos anéis desgastadas, a retificação pode ter vida curta. No uso comercial pesado, a substituição completa costuma ser mais confiável e, no total, mais econômica; quando renovada junto com a linha de descarga e o cartucho do secador, proporciona a maior vida útil.

Após um diagnóstico correto e uma instalação limpa, o fator decisivo é que o compressor instalado atenda às tolerâncias e à durabilidade do projeto de tipo original (OE). A família de Compressores de Ar de Freio VADEN foi desenvolvida, como equivalente das unidades de tipo Bendix Tu-Flo e Knorr-Bremse em caminhões, cavalos mecânicos e ônibus a diesel pesados, para atender aos valores técnicos seguros deste guia e às expectativas de campo; basta escolher o modelo adequado à sua necessidade junto com a correspondência de veículo e motor, avaliando-o como um conjunto com os grupos de produtos de secador de ar e governador VADEN.

Este documento é informativo; na prática, prevalecem o manual de serviço atual e as instruções de segurança do fabricante do veículo. Os valores são referências gerais para sistemas de veículos pesados comuns; use a documentação de serviço OE para valores específicos do modelo. © VADEN Otomotiv San. Tic. A.Ş. · vadenoriginal.com