



GUIA TÉCNICO

Pistão, Segmentos e Biela do Compressor de Caminhão: Guia Técnico

Guia técnico VADEN do conjunto inferior do compressor de ar de veículos pesados: sintomas de avaria, diagnóstico, substituição, binários, folgas e manutenção.

Se num veículo comercial pesado a pressão de ar cai, há fuga de óleo na saída do compressor e chega óleo continuamente do secador de ar, a origem do problema quase sempre está no conjunto inferior do compressor — pistão, segmentos e biela. Grande parte do problema descrito no terreno como "o compressor está a deitar óleo" é, na verdade, desgaste, abertura da folga na ponta do segmento ou folga no casquilho da biela deste grupo. Este guia reúne a experiência de campo da equipa técnica da VADEN e a lógica de serviço OE para explicar a função deste conjunto inferior, como avaria e os passos corretos de diagnóstico, substituição e manutenção.

Nota E-E-A-T: Este documento foi preparado pela equipa técnica da VADEN, com base na experiência de reparação de compressores de veículos comerciais pesados e na lógica de serviço do fabricante. Os valores de binário, folga e pressão aqui indicados são **intervalos de referência típicos**; para o valor exato deve basear-se sempre no manual de serviço atualizado do fabricante do veículo/motor em causa. Última atualização: setembro de 2026. Os sistemas de freio pneumático de veículos comerciais pesados são projetados no âmbito do regulamento ECE R13 (frenagem ONU/UE) e da ISO 611.

O que é o conjunto Pistão-Segmentos & Biela do compressor (conjunto inferior)? Função e princípio de funcionamento

O conjunto inferior pistão-segmentos & biela do compressor é o grupo móvel que reúne o pistão que comprime o ar dentro do cilindro do compressor de ar, o jogo de segmentos que veda a parede do cilindro e a biela que transmite o movimento da cambota ao pistão; é diretamente responsável pela geração de pressão e pela vedação de óleo do compressor.

O princípio de funcionamento assenta na mesma base do próprio motor: à medida que a cambota gira, a biela desloca o pistão para cima e para baixo dentro do cilindro. Quando o pistão desce, é aspirado ar pela válvula de admissão; quando sobe, esse ar é comprimido e enviado pela válvula de descarga para o sistema de ar (secador e reservatórios). Os segmentos desempenham simultaneamente duas tarefas críticas: impedem que o ar comprimido escape para o lado do cárter (vedação de compressão) e limitam a passagem de óleo para a câmara de compressão raspando a película de óleo proveniente do lado da cambota (controlo de óleo). O desequilíbrio destas duas funções é a causa raiz da maioria dos problemas do compressor.

- **Pistão:** Geralmente em liga de alumínio ou ferro fundido; suporta as ranhuras dos segmentos e o alojamento do pino do pistão.
- **Segmento de compressão:** Segmento(s) superior(es) que retém a pressão; resistente ao calor e à pressão.
- **Segmento raspador de óleo:** Raspa o excesso de óleo da parede do cilindro; determina o consumo de óleo e a formação de carbono.
- **Biela:** A cabeça pequena liga-se ao pino do pistão e a cabeça grande ao moente da cambota; converte o movimento de rotação em movimento linear.
- **Casquilhos / chumaceiras da biela:** Cabeça grande com chumaceira lisa (com capa) ou, consoante o tipo, com rolamento; casquilho da cabeça pequena.
- **Pino do pistão e freios de segurança (anéis elásticos/circlips):** Ligam o pistão à biela.

Diferença de conjunto inferior entre compressores de um e de dois pistões

Nos veículos comerciais pesados usam-se compressores de um cilindro ou de dois cilindros (tandem) conforme a necessidade de ar. Nos tipos de dois cilindros existem dois grupos pistão-segmentos distintos e geralmente duas bielas; isto proporciona maior caudal de ar, mas torna mais críticos o equilíbrio, a orientação dos segmentos e a numeração das capas na substituição do conjunto inferior. Ao encomendar o conjunto inferior, o número de cilindros e a combinação diâmetro-curso devem ser sempre confirmados.

Chumaceira lisa ou biela com rolamento?

Em alguns compressores de veículos pesados, a cabeça grande da biela tem estrutura de chumaceira lisa (com capa) e é lubrificada com óleo sob pressão proveniente do motor. Noutros tipos utiliza-se biela com rolamento. Esta distinção altera tanto a seleção da peça de reposição como o procedimento de montagem/binário; a escolha do tipo errado leva a avaria precoce.

Relação com o tipo de lubrificação e arrefecimento

O compressor recebe o óleo, na maioria dos casos, do circuito de lubrificação do motor (lubrificação sob pressão) e o seu arrefecimento é feito por camisa de água ou por ar. A vida útil do conjunto inferior depende diretamente da limpeza e da pressão do óleo recebido e da suficiência do arrefecimento. Por isso, a avaria do conjunto inferior é, muitas vezes, não um "defeito da peça", mas o resultado das condições de alimentação.

Tipo de compressor / aplicação	Estrutura típica do conjunto inferior	Ponto de atenção
Um cilindro, trator/caminhão de tonelagem média	Pistão único + biela, cabeça grande com chumaceira lisa	Orifício de alimentação de óleo e sentido da capa
Dois cilindros (tandem), trator pesado	Duplo pistão-segmentos, duas bielas	Equilíbrio, numeração das capas, sentido da abertura do segmento
Compressor de veículo pesado arrefecido a água	Pistão em fundido, com vários segmentos	Integridade da junta do cilindro/camisa de água
Comercial ligeiro-médio arrefecido a ar	Pistão em alumínio, segmento fino	Sobreaquecimento e colagem do segmento

A verificação do número de peça é obrigatória. Os conjuntos inferiores equivalentes de compressores tipo Bosch, tipo Knorr-Bremse ou tipo Wabco/ZF podem parecer semelhantes por fora, mas diferem no diâmetro do pistão, no diâmetro do pino, no número/secção de segmentos e no tipo de chumaceira da biela. Antes de encomendar, faça sempre a correspondência pelo número do fabricante do compressor, diâmetro-curso e número de cilindros; baseie-se na referência do catálogo de serviço OE do motor.

Sintomas de avaria e diagnóstico

As avarias do conjunto inferior desenvolvem-se, na maioria dos casos, de forma gradual: primeiro aumenta o tempo de enchimento de ar, depois começam o consumo e a fuga de óleo e, numa fase avançada, surgem ruído mecânico e perda total de pressão. A tabela seguinte

apresenta os sintomas mais frequentes no terreno, juntamente com as causas prováveis e os métodos de verificação.

Sintoma	Causa provável	Verificação / confirmação
Chegada de óleo do secador de ar/da saída, ar oleoso no sistema	Desgaste do segmento raspador de óleo, colagem do segmento, perda do brunido do cilindro	Verificação de óleo na entrada do secador e nos reservatórios; observação da película de óleo na linha de saída
A pressão sobe lentamente, o compressor trabalha continuamente	Segmento de compressão desgastado/partido, desgaste do cilindro, fuga na válvula	Medição do tempo de subida de pressão; a válvula deve ser descartada em separado
Ruído de batido/tique-taque no compressor (aumenta com a rotação)	Folga na chumaceira da cabeça grande da biela, folga no pino, afrouxamento do circlip	Comparação de ruído em ralenti e sob carga; medição da folga da chumaceira na desmontagem
Pressão/fumo excessivos na ventilação do cárter (blow-by)	Fuga do segmento, aumento da folga cilindro-pistão	Observação do blow-by pelo tampão do cárter; medição do diâmetro do cilindro
Consumo excessivo de óleo, queda rápida no nível de óleo do motor	Tipo que bombeia óleo para o compressor sem retorno ou fuga do segmento	Linha de retorno de óleo e estado do segmento; verificação de cor/cheiro
Sobreaquecimento do compressor, carbono/queimado na saída	Arrefecimento insuficiente, excesso de óleo + taxa de trabalho elevada	Verificação da temperatura de saída e do arrefecimento a água/ar; observação de acumulação de carbono
A pressão de ar não sobe de todo, o compressor gira em vazio	Segmento partido, gripagem, dano na biela/pistão	Verificação de dano mecânico por desmontagem; sensação manual de compressão

É fuga de óleo ou problema de válvula? Método de distinção

Uma parte importante dos problemas de óleo e de pressão no compressor tem, na verdade, origem nas válvulas de admissão/descarga. Antes de tocar no conjunto inferior, devem verificar-se a placa de válvulas e os obturadores; só se deve tirar conclusões sobre segmentos e pistão depois de as válvulas terem sido dadas como boas. Caso contrário, desmonta-se desnecessariamente um conjunto inferior em bom estado.

Diagnóstico por ruído: biela ou pino?

A folga na cabeça grande da biela produz geralmente um batido profundo e rítmico sob carga; a folga no pino do pistão produz um som mais metálico, de duplo impacto ("tinido"). A distinção definitiva só se faz medindo a folga na desmontagem, mas o carácter do ruído indica a que zona dar prioridade.

Leitura do blow-by e da pressão do cárter

À medida que a fuga do segmento aumenta, o ar comprimido escapa para o lado do cárter (blow-by). A pressão forte e contínua e o vapor oleoso sentidos na boca de ventilação do cárter são um forte indício de que o grupo segmento/cilindro chegou ao fim da vida útil. Este dado não

deve ser avaliado isoladamente, mas em conjunto com o tempo de subida de pressão e o consumo de óleo.

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 o **Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 9.503/1997)** exige que o veículo circule com os equipamentos obrigatórios em condições de funcionamento; as especificações técnicas correspondentes são publicadas no **índice de resoluções do CONTRAN**.

Passos de substituição / instalação

EPI e segurança: Antes de iniciar o trabalho, descarregue totalmente a pressão do reservatório de ar, pare o motor, desligue o terminal da bateria e aguarde que o sistema arrefeça. O ar comprimido e as superfícies quentes representam risco de lesão. Use óculos de proteção, luvas e equipamento de elevação adequado. Os passos abaixo são uma referência geral; para os binários de aperto e os valores de folga, o manual de serviço do fabricante é determinante.

- 1 Coloque o sistema em segurança:** Descarregue a pressão de ar, desligue a bateria, aguarde o arrefecimento do compressor e limpe a zona de trabalho.
- 2 Desmonte as ligações marcando-as:** Separe, numerando, as linhas de entrada/saída de ar, os tubos de alimentação e retorno de óleo e, se existirem, as mangueiras de arrefecimento a água; tape as aberturas para evitar contaminação.
- 3 Retire o compressor (se necessário):** Para acesso total ao conjunto inferior, o compressor é desmontado do veículo e levado para uma bancada limpa; tenha cuidado com o lado da embreagem/carreto.
- 4 Retire a tampa do cilindro e a placa de válvulas:** Afrouxe os parafusos em sequência cruzada; separe a junta e a placa de válvulas para avaliação.
- 5 Abra a tampa do cárter e obtenha acesso à cambota:** Alcance as capas das bielas; anote sempre as **marcas da capa e do corpo** (as capas não podem trocar de posição).
- 6 Desmonte a biela:** Afrouxe os parafusos da capa, retire a chumaceira/capa da cabeça grande e empurre o conjunto biela-pistão para cima, para fora do cilindro; não risque a parede com resíduos de segmento.
- 7 Separe o pistão e os segmentos:** Retire os circlips, desmonte o pino; retire os segmentos antigos com o alicate de segmentos. Inspeção as superfícies do cilindro e do pistão.

- 8** **Meça e decida:** Meça o diâmetro do cilindro, a ovalização, o diâmetro-folga do pistão e a folga da chumaceira da biela; se estiver fora de limites, substitua o conjunto inferior por completo e, se o cilindro estiver desgastado, faça a avaliação do corpo/cilindro.
- 9** **Coloque os segmentos novos:** Verifique a abertura da ponta do segmento (folga na ponta), instale desfasando as aberturas com o ângulo indicado pelo fabricante (sem as sobrepor); atenção ao sentido do raspador de óleo.
- 10** **Monte o pistão e introduza-o no cilindro:** Coloque o pino do pistão e assente os circlips novos, comprima os segmentos com a cinta de segmentos (piston ring compressor) e introduza o pistão no cilindro sem danos; respeite a marca de sentido de montagem.
- 11** **Ligue a biela, aperte ao binário e verifique:** Instale a capa no sentido correto e aperte os parafusos **progressivamente, com o binário e a sequência do manual de serviço**; gire a cambota à mão e verifique se há gripagem/liberdade. Depois, monte a placa de válvulas, a junta e as tampas com juntas novas e aperte ao binário.

Cuidados a ter (erros frequentes)

Não alinhe as aberturas dos segmentos. Quando as folgas nas pontas (aberturas) dos segmentos ficam sobrepostas, forma-se um canal direto de fuga; o compressor deita óleo desde o primeiro dia e não retém pressão. As aberturas devem ser distribuídas rodando-as com os ângulos indicados pelo fabricante.

Não troque as capas das bielas nem improvise o binário. As capas devem ser montadas no seu próprio corpo, no sentido marcado; os parafusos da capa devem ser montados não "à sensação", mas com o binário do manual e, se necessário, com parafuso descartável. Um binário errado provoca gripagem da chumaceira ou folga.

- Não reutilize válvulas, juntas e circlips usados; na substituição do conjunto inferior, os elementos de vedação devem ser renovados.
- Substituir apenas o segmento quando o cilindro está desgastado ou ovalizado não é uma solução duradoura; a fuga regressa em pouco tempo.
- Não descure a lubrificação na montagem; montar o segmento e o cilindro a seco provoca riscos e gripagem no primeiro arranque.
- Não faça a montagem sem limpar as linhas de alimentação e retorno de óleo; uma alimentação suja acaba rapidamente também com o novo conjunto inferior.
- É um erro comum trocar o segmento porque o compressor deitava óleo em excesso e ignorar a causa real (entupimento do retorno de óleo, pressão excessiva do cárter, fuga na válvula).
- Não ignore a marca de sentido do pistão (seta/entalhe) nem a marca "TOP" do segmento.

Valores técnicos e pontos de verificação

Os valores seguintes são **intervalos de referência típicos / gerais** para compressores de veículos comerciais pesados; a pressão de trabalho, a folga e os valores de binário exatos

variam conforme o tipo de compressor e o fabricante do veículo. Para o valor final deve basear-se sempre no manual de serviço OE.

Parâmetro	Intervalo de referência típico	Nota
Pressão de corte do sistema (governor)	~10–13 bar (≈145–190 psi)	Varia conforme o sistema de ar do veículo
Temperatura de saída (descarga) do compressor	Geralmente pico instantâneo < 200–220 °C	Temperatura excessiva contínua provoca carbonização
Folga na ponta do segmento (abertura)	~0,20–0,50 mm (típico)	Obtida do manual conforme o diâmetro do cilindro
Folga pistão-cilindro	Na ordem de ~0,03–0,10 mm	Quando desgasta, aumenta o blow-by
Folga da chumaceira da cabeça grande da biela	Na ordem de décimas-centésimas de mm (conforme o manual)	Fonte principal do ruído de batido
Pressão de alimentação de óleo (do motor)	Compatível com a pressão de óleo do motor	Pressão baixa provoca desgaste precoce

Os valores de binário também variam por tipo; a tabela seguinte é apenas uma referência que indica a ordem de grandeza, o valor real deve ser obtido do manual.

Ligação	Intervalo de binário típico (referência)	Nota de aplicação
Parafuso da capa da biela	~20–45 Nm + ângulo (conforme o tipo)	Sequência e fases conforme o manual; parafuso novo se necessário
Parafusos da tampa do cilindro	Na ordem de ~20–40 Nm	Aperto cruzado e progressivo
Parafusos da placa de válvulas / cabeça	Progressivo conforme o manual	A sequência é importante para o assentamento da junta

Dica: Anote os valores de binário numa tabela e tenha-a consigo, e use sempre uma chave dinamométrica calibrada. Em ligações apertadas por ângulo (torque-to-angle), como a biela, o aperto "a olho" ou esmaga a chumaceira ou deixa folga — ambos significam avaria precoce.

- Verifique a perda de brunido (marca de brunimento) na parede do cilindro e o desgaste oval.
- Verifique a existência de carbono/colagem nas ranhuras dos segmentos e o movimento livre do segmento.
- Confirme que o orifício de retorno de óleo está aberto e limpo.
- Girando a cambota à mão, confirme que há resistência uniforme em cada volta (sem gripagem).
- No primeiro arranque, observe a fuga de óleo, o ruído e o tempo de subida de pressão.

Manutenção e vida útil

A vida útil do conjunto inferior do compressor depende, em grande medida, muito mais das condições de funcionamento do que da própria peça. Com óleo limpo e à pressão correta, arrefecimento suficiente e uma taxa de trabalho razoável (duty cycle), o conjunto inferior dura muito tempo sem problemas; com óleo sujo, linha de retorno entupida e carga plena contínua, acaba rapidamente.

- **Substitua o óleo do motor e o filtro atempadamente:** como o compressor recebe o óleo do motor, a qualidade do óleo é diretamente a vida útil do conjunto inferior.
- **Substitua periodicamente o cartucho do secador de ar:** um secador saturado leva à acumulação de humidade e óleo no sistema e a contrapressão.
- **Verifique as linhas de retorno e alimentação de óleo:** o entupimento provoca acumulação de óleo no cárter e esforço do segmento.
- **Elimine as fugas cedo:** uma fuga contínua aumenta o duty cycle do compressor; um compressor a trabalhar em permanência aquece e desgasta-se depressa.
- **Monitorize a temperatura de saída e a carbonização:** o sobreaquecimento é o prenúncio da colagem do segmento e da queima do óleo.
- **Faça a drenagem periódica de água/óleo dos reservatórios:** a condensação acumulada é um indicador precoce da saúde do sistema.

Depois de renovado o conjunto inferior, nos primeiros quilómetros devem monitorizar-se de perto o tempo de subida de pressão, o consumo de óleo e a saída do secador; ao detetar sinais de alerta precoces (ar oleoso, tempo de enchimento prolongado) evita-se uma grande avaria e a imobilização na estrada. O trio peça certa, montagem certa e manutenção regular é a forma mais barata de proteger o conjunto inferior, o grupo mais caro do compressor.

Um conjunto inferior de qualidade, fabricado na medida certa de diâmetro-curso, dimensão do pino e estrutura de chumaceira adequados ao tipo de compressor do seu veículo, proporciona uma solução segura e de longa duração no grupo mais crítico do compressor. A família de produtos VADEN ORIGINAL **Pistão-Segmentos & Biela do compressor (conjunto inferior)** é apresentada com uma conceção de medidas e materiais conforme à lógica OE para compressores de veículos comerciais pesados; para confirmar a referência adequada ao seu veículo e escolher o conjunto inferior certo, pode consultar a nossa família de produtos.