



PIERBURG



# KNOWLEDGEPOOL

**BOMBAS DE ÁGUA –  
COM AÇÃOAMENTO MECÂNICO**

PASSION FOR TECHNOLOGY.





## GRUPO MOTORSERVICE

QUALIDADE E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE UMA ÚNICA FONTE

O grupo Motorservice é a organização de vendas da Rheinmetall para todas as atividades de pós-venda em todo o mundo. Este é um dos maiores fornecedores de componentes do motor para o mercado de reposição independente. Com as marcas premium Kolbenschmidt, Pierburg, TRW Engine Components bem como as marcas BF e turbo by Intec, a Motorservice oferece, no comércio e na oficina, um vasto e amplo portfólio de produtos com alta qualidade aos seus clientes.

## RHEINMETALL

TECNOLOGIAS PARA A MOBILIDADE DO FUTURO

A Rheinmetall, como fornecedor mundial do ramo automóvel, assume posições cimeiras com a sua competência nas áreas de alimentação de ar, redução das substâncias poluentes e bombas, bem como no desenvolvimento, na produção e no fornecimento de peças de reposição para pistões, blocos do motor e bronzinhas. O desenvolvimento de produto é feito em estreita colaboração com fabricantes de automóveis de renome.



KOLBENSCHMIDT



PIERBURG



TRW

EngineComponents



### Redacção:

Motorservice, Technical Market Support

### Grafismo e produção:

Motorservice, Marketing

A reprodução, cópia e tradução, ainda que parcial, apenas é permitida com a nossa autorização por escrito e indicando a fonte.

Reservadas alterações e divergências de imagens. Exclui-se qualquer responsabilidade.

### Editor:

© MS Motorservice International GmbH

### Responsabilidade

Todas as informações constantes desta brochura foram criteriosamente pesquisadas e elaboradas. No entanto, podem ocorrer gralhas, algumas indicações podem estar mal traduzidas, podem faltar informações ou as informações disponibilizadas podem ter sido alteradas. Por esse motivo, não podemos assumir uma garantia ou qualquer responsabilidade jurídica pela exactidão, integridade, actualidade ou qualidade das informações disponibilizadas. Exclui-se qualquer responsabilidade da nossa parte por danos, em particular os danos directos ou indirectos e materiais ou imateriais resultantes da utilização devida ou indevida de informações ou de informações incompletas ou erróneas constantes nesta brochura, desde que estes não decorram de dolo ou negligéncia grave da nossa parte. Da mesma forma, não nos responsabilizamos por danos resultantes de o reparador de motores ou mecânico não dispor dos conhecimentos técnicos ou de reparação necessários ou da experiência necessária. Não é possível prever até que ponto os processos técnicos e as notas sobre a reparação são aplicáveis às futuras gerações de motores e tal terá de ser analisado caso a caso pelo reparador de motores ou pela oficina.

<b>CONTEÚDO</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>1. FUNDAMENTOS</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b> Função da bomba de água	5
<b>1.2</b> Locais de instalação e tipos de acionamento de bombas de água	6
<b>1.3</b> Estrutura e funcionamento da bomba de água	7
<b>1.4</b> Modelos de rolamentos	7
<b>1.5</b> Conjunto de empanques mecânicos	8
<b>1.6</b> Orifícios de ventilação e de vazamento	10
<b>1.7</b> Reservatório de vazamentos	10
<b>1.8</b> Tipos de vedação do invólucro	11
<b>1.9</b> Líquido de refrigeração	12
<b>2. MONTAGEM E MANUTENÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b> Limpeza do sistema de refrigeração	16
<b>2.2</b> Remoção da bomba de água antiga	16
<b>2.3</b> Instalação da bomba de água nova	17
<b>2.4</b> Vedações e produtos de vedação líquidos	17
<b>2.5</b> Acionamento por correia e tensão da correia	18
<b>2.6</b> Correia trapezoidal e rodas da correia trapezoidal	18
<b>2.7</b> Enchimento do sistema de refrigeração	19
<b>2.8</b> Colocação em funcionamento	19
<b>2.9</b> Rodagem da bomba de água	20
<b>2.10</b> Mistura do líquido de refrigeração	20
<b>2.11</b> As regras mais importantes para o manuseamento de bombas de água e de líquido de refrigeração	21
<b>3. DANOS E CAUSAS DE AVARIAS</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b> Danos nos rolamentos	22
<b>3.2</b> Fugas	23
<b>3.3</b> Cavitação	24
<b>3.4</b> Corrosão	26



# BOMBAS DE ÁGUA MECÂNICAS DA PIERBURG E DA BF

As bombas de água mecânicas fabricadas pela Pierburg e pela BF caracterizam-se por uma excelente qualidade, função e vida útil prolongada. Todos os anos, as instalações de produção na Alemanha, França, Itália, Brasil e EUA produzem cerca de 6 milhões de bombas de água para veículos automóveis e veículos comerciais.

As bombas de água mecânicas utilizam diferentes variantes de rotores fechados e abertos. Utilizando os mais recentes métodos de cálculo e ferramentas de simulação de fluxo, os rotores são otimizados em termos de requisitos hidráulicos, eficiência da bomba e geometria, tendo em conta o processo de fabrico.

As soluções por medida com diferentes materiais, como alumínio, aço inoxidável e plástico, são avaliadas em termos de design e cálculo, sendo desenvolvida a solução técnica mais eficaz e económica para a produção em série. Nos laboratórios de ensaio, são reproduzidas as condições mais extremas para o funcionamento diário e a bomba de água é monitorizada por computador para garantir que está totalmente funcional.

## Sinónimos dos termos utilizados:

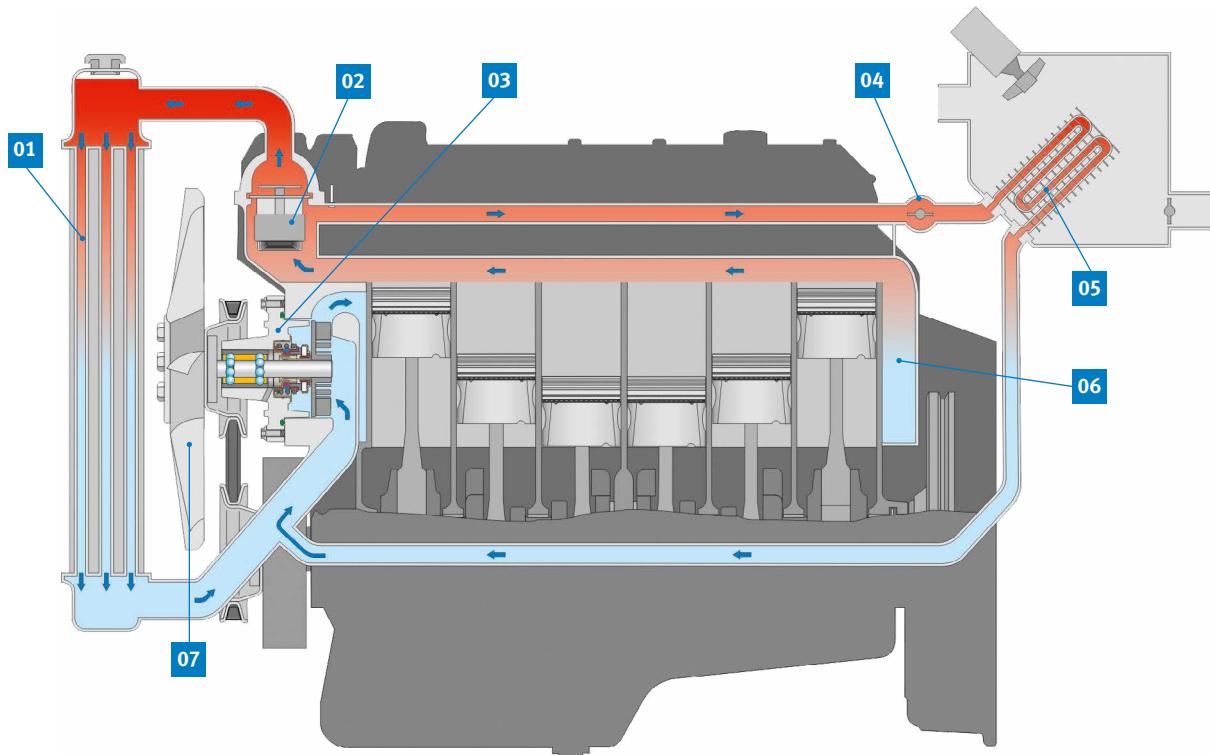
- Líquido de arrefecimento = anticongelante / inibidor de corrosão não diluído
- Líquido de refrigeração = mistura de água e líquido de arrefecimento
- Bomba de água = bomba de líquido de refrigeração



# 1. FUNDAMENTOS

## 1.1 FUNÇÃO DA BOMBA DE ÁGUA

A combustão no motor produz calor. O líquido de refrigeração absorve o calor do bloco do motor e da cabeça do cilindro e transfere-o para o ar ambiente através do radiador. A bomba de água faz circular o líquido de refrigeração no sistema de refrigeração fechado.



Sistema de refrigeração

- 01 Radiador
- 02 Termóstato
- 03 Bomba de água
- 04 Válvula de controlo de aquecimento
- 05 Permutador de calor de aquecimento
- 06 Camisa de água
- 07 Ventoinha do radiador

## 1.2 LOCAIS DE INSTALAÇÃO E TIPOS DE ACIONAMENTO DE BOMBAS DE ÁGUA

Dependendo do design, as bombas de água mecânicas são montadas no exterior do motor, num invólucro de bomba próprio, ou montadas em flange diretamente no invólucro do motor.

As bombas de água montadas no exterior do motor são acionadas por uma correia, que normalmente aciona outras unidades auxiliares, como o gerador, a servo-bomba ou o compressor do ar condicionado. A potência é transferida por correias trapezoidais ou correias trapezoidais com nervuras (correias poli-V, poli-rib).

Regra geral, nos automóveis de passageiros, as bombas de água montadas em flange são acionadas pela correia dentada do controlo de válvulas. Devido à forma como são instaladas, este tipo de bomba de água é mais fácil de conceber e requer menos componentes do que as bombas de água montadas no exterior do motor.

No entanto, a substituição das bombas de água acionadas por correia dentada é mais complexa do que a substituição das bombas de água acionadas por correia trapezoidal. Durante a substituição, é necessário abrir e desmontar a transmissão por correia dentada do motor por completo. Trata-se de uma intervenção complexa no controlo do atuador da árvore de cames. No caso de muitos motores, é essencial possuir conhecimentos específicos sobre os mesmos.

Um grande número de motores requer ferramentas e valores de regulação especiais, como a regulação das válvulas, a tensão da correia e, se for caso disso, o início de débito da bomba de injeção. Mesmo pequenos desvios ou erros durante estas tarefas podem causar danos graves no motor.



Bomba exterior (sem correia trapezoidal)

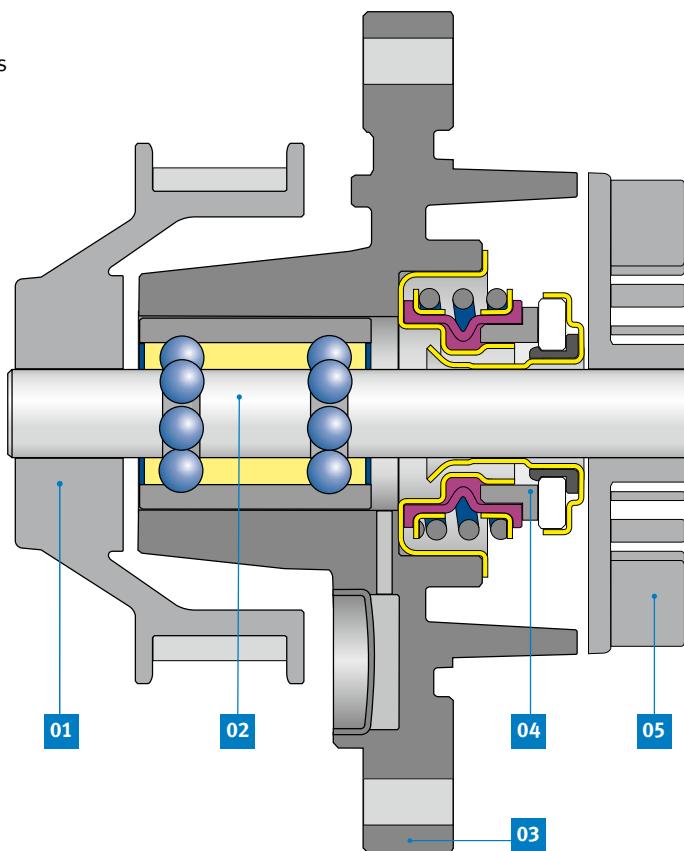


Bomba montada em flange com transmissão por correia dentada

## 1.3 ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DA BOMBA DE ÁGUA

As bombas de água mecânicas são constituídas pelos seguintes grupos principais:

- 01** Roda motriz
- 02** Rolamento com veio da bomba
- 03** Invólucro da bomba
- 04** Conjunto de empanques mecânicos
- 05** Rotor



Na bomba de água acionada por correia dentada montada em flange no motor

## 1.4 MODELOS DE ROLAMENTOS

Nas bombas de água mecânicas, são utilizados rolamentos de esferas de duas filas (Fig. 1) ou, para cargas mais elevadas, rolamentos combinados de esferas e de rolos (Fig. 2). Os rolamentos são dotados com um enchimento de massa lubrificante vitalício. Para impedir a entrada de água e sujidade, os rolamentos são vedados em ambos os lados com um anel de vedação de veio radial. Nas bombas de água, o veio do rolamento também faz parte do rolamento. Isto significa que as esferas ou rolos rolam diretamente sobre o veio da bomba.

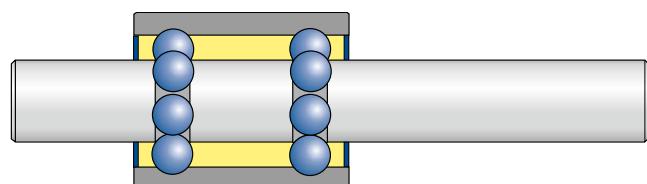


Fig. 1: Rolamento de esferas

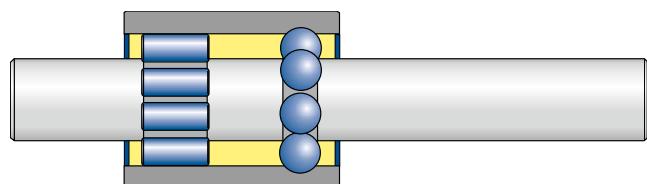


Fig. 2: Rolamento de esferas e rolos

## 1.5 CONJUNTO DE EMPANQUES MECÂNICOS

O conjunto de empanques mecânicos é a vedação efetiva da bomba de água. Consiste essencialmente em dois anéis deslizantes e uma mola em espiral. O par de anéis deslizantes é geralmente composto por anéis deslizantes feitos de diferentes materiais. Dependendo dos requisitos de vida útil e das condições de funcionamento, são utilizados carbono duro (grafite), óxido de alumínio, carboneto de tungsténio ou carboneto de silício. A mola em espiral pressiona os anéis deslizantes um contra o outro para manter o efeito de vedação quando o sistema de refrigeração é despressurizado.

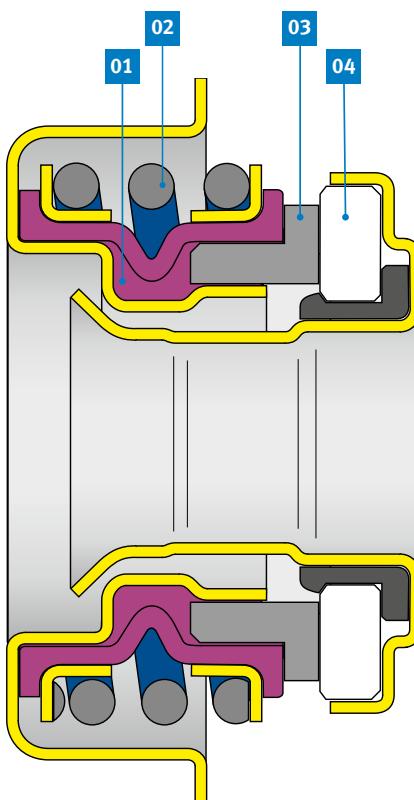


Conjunto de empanques mecânicos pronto para instalação e desmontado

Como acontece em quase todos os modelos em que duas superfícies se deslocam uma sobre a outra, é necessário um lubrificante para reduzir o atrito. No caso do conjunto de empanques mecânicos, o líquido de arrefecimento no sistema de refrigeração lubrifica e arrefece os dois anéis deslizantes. O líquido de refrigeração passa entre os anéis deslizantes devido à pressão no sistema de arrefecimento e à rotação do veio da bomba e permite uma fricção líquida de baixo desgaste. Para garantir o funcionamento e a vida útil prevista do conjunto de vedação, é sempre necessário um pequeno fluxo de líquido de refrigeração através da vedação.

### ATENÇÃO

Devido a este princípio funcional, pode haver uma pequena quantidade de vazamento de líquido de refrigeração no exterior da bomba. Esta pequena quantidade de vazamento deve-se ao design e não é uma causa para reclamação.



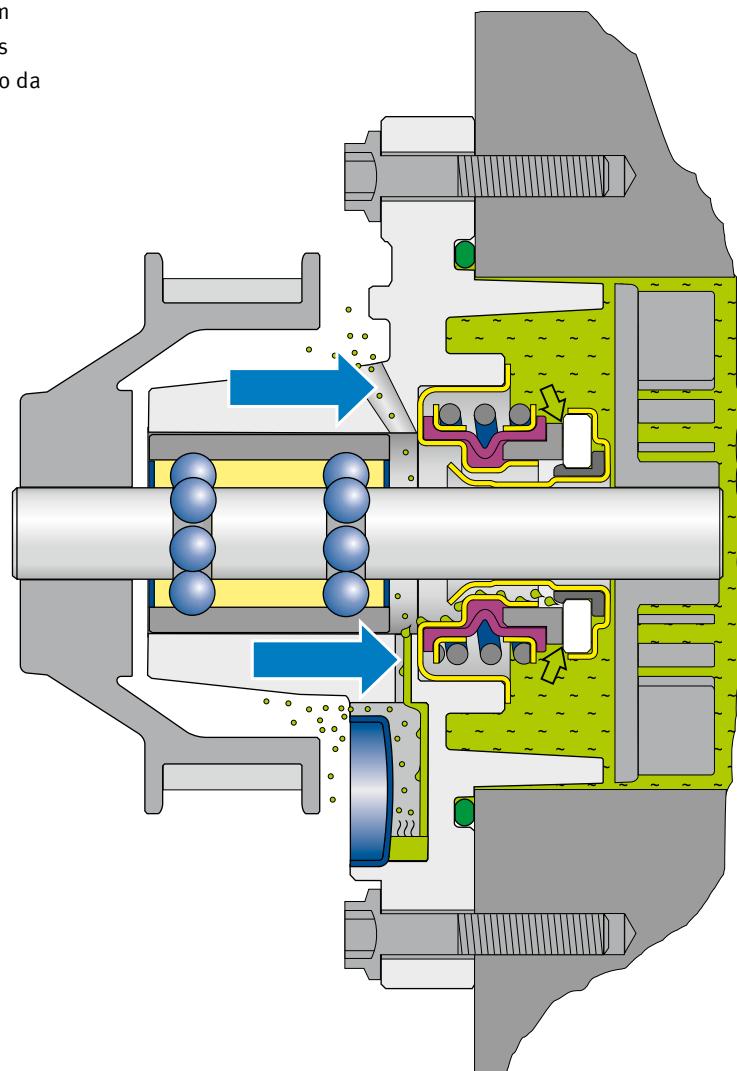
Composição do conjunto de empanques mecânicos

- 01 Fole
- 02 Mola em espiral
- 03 Anel deslizante (fixo)
- 04 Anel deslizante (rotativo)

## 1.6 ORIFÍCIOS DE VENTILAÇÃO E DE VAZAMENTO

A quantidade de líquido de refrigeração que passa entre as superfícies de contacto dos anéis deslizantes para o exterior é muito baixa e, normalmente, evapora-se ainda na bomba de água. Para o efeito, existem no invólucro da bomba os chamados orifícios de ventilação ou de vazamento, a partir dos quais o líquido de refrigeração pode sair para o meio exterior. O líquido de arrefecimento à base de glicol é fornecido com corantes e aditivos. Por este motivo, formam-se resíduos coloridos no exterior, na área dos orifícios de vazamento da bomba de água.

Sem os orifícios de vazamento, o líquido de refrigeração iria acumular-se entre o conjunto de anéis de vedação e o rolamento da bomba e entranhar-se no rolamento da bomba.



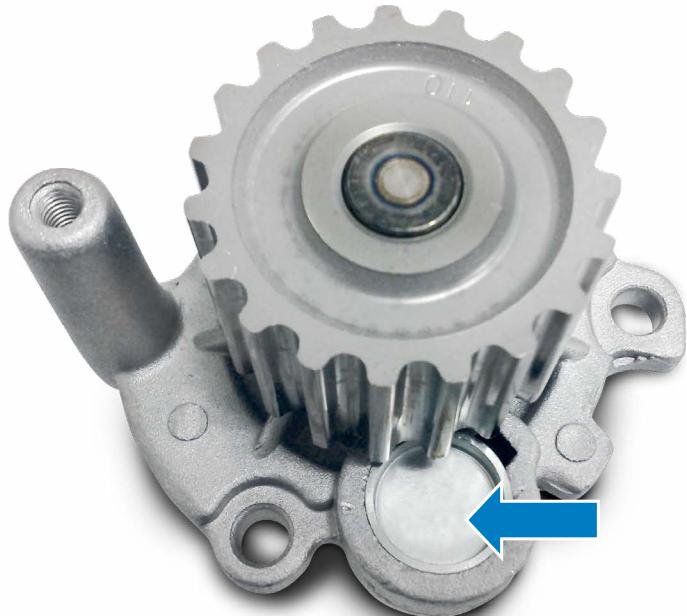
Orifício de ventilação e de vazamento

## 1.7 RESERVATÓRIO DE VAZAMENTOS

Os resíduos visíveis do líquido de refrigeração no orifício de vazamento acima mencionados são muitas vezes incorretamente diagnosticados como fugas da bomba de água. No entanto, esta pequena fuga não é motivo para substituir a bomba de água.

Para evitar este mal-entendido, muitos fabricantes de motores passaram a equipar as bombas de água com um reservatório no orifício de vazamento.

As pequenas quantidades de líquido de refrigeração que saem da bomba de água são recolhidas neste reservatório. Assim, o líquido de refrigeração permanece invisível no exterior do reservatório e evapora-se.



Tampa no reservatório do líquido de arrefecimento

## 1.8 TIPOS DE VEDAÇÃO DO INVÓLUCRO

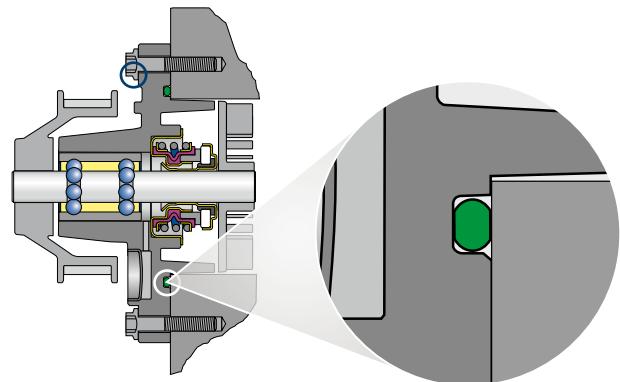
### Juntas em elastómero

Um método frequentemente utilizado para vedar a bomba de água do bloco do motor é a junta em elastómero.

O anel de vedação de elastómero retangular ou redondo assenta numa ranhura para anel de vedação da bomba de água.

#### ATENÇÃO

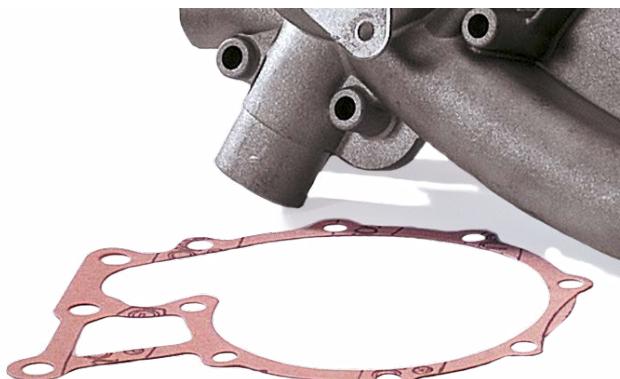
Não deve ser utilizado qualquer produto de vedação líquido adicional com os anéis de vedação de elastómero.



Junta em elastómero

### Juntas planas

Por norma, as juntas planas não necessitam de qualquer produto de vedação líquido adicional. O material vedante da junta plana consegue vedar de forma fiável as mais pequenas irregularidades na superfície de vedação.



Bomba de água com junta plana

### Produtos de vedação líquidos

As bombas raramente são seladas apenas com produtos de vedação líquidos. Se for previsto este tipo de vedação, devem ser respeitadas as instruções de montagem do fabricante do motor.



Produtos de vedação líquidos

# 1.9 LÍQUIDO DE REFRIGERAÇÃO

O líquido de refrigeração é o meio de transporte utilizado para transportar o calor residual do motor para o radiador do motor ou para o radiador de aquecimento. As composições especiais dos fluidos de refrigeração contribuem significativamente para o bom funcionamento do sistema de refrigeração.

Em motores de veículos arrefecidos a líquido, o líquido de refrigeração é composto por uma mistura de água e líquido de arrefecimento, com algumas exceções, como arrefecimento a óleo, por exemplo.

Em termos de funcionamento e função, o líquido de refrigeração correto é tão importante como o óleo do motor. Especificações incorretas, uma proporção de mistura inadequada ou uma substituição irregular do líquido de refrigeração, nomeadamente uma substituição demasiado tardia, levam à corrosão e à avaria prematura da bomba de água e de outros componentes do motor. Os aditivos contidos no líquido de arrefecimento funcionam como estabilizadores antienvelhecimento, agentes de proteção contra corrosão, inibidores de espuma, agentes de limpeza e materiais de revestimento. Todos os aditivos asseguram o bom funcionamento e qualidade do líquido de refrigeração até à substituição seguinte.

Em seguida, oferecem-se explicações sobre algumas das funções ou questões mais importantes relativamente ao líquido de arrefecimento.

## ⚠ ATENÇÃO

É frequente pensar-se que o líquido de arrefecimento à base de glicol serve apenas para proteger contra o congelamento. No entanto, a função anticongelante é apenas um de vários requisitos. O líquido de arrefecimento é geralmente necessário para proteger o sistema de refrigeração contra corrosão.

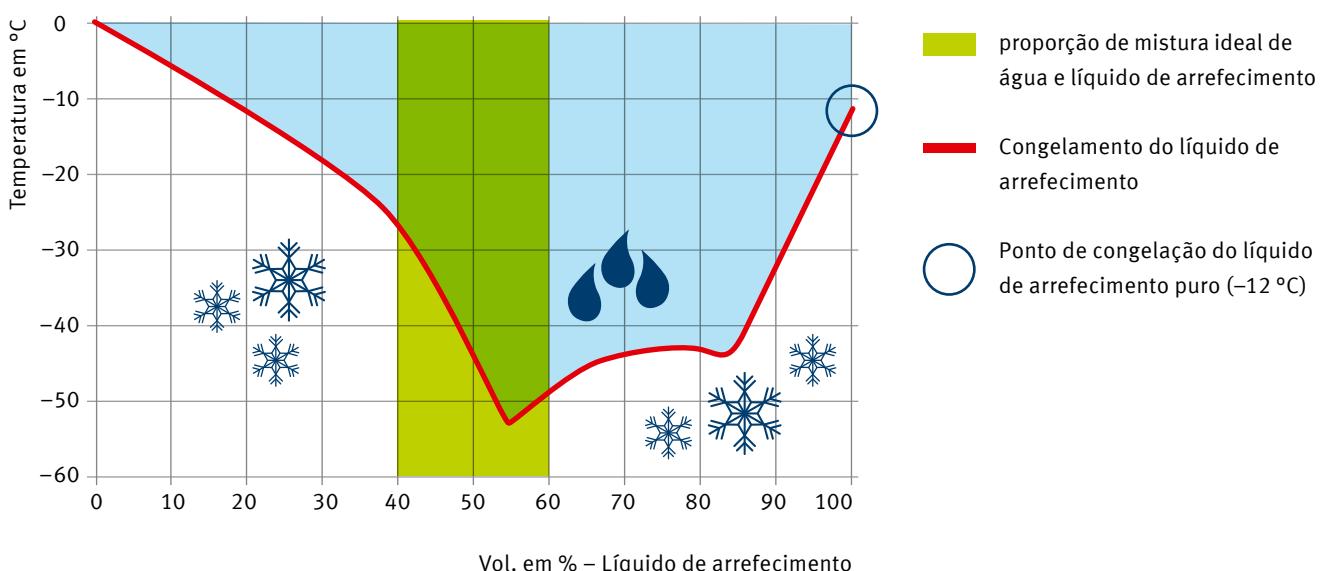
## Função anticongelante do líquido de arrefecimento

O componente principal do líquido de arrefecimento é o monoetilenoglicol.

Este tem um ponto de congelação muito baixo. O líquido de refrigeração utilizado no sistema de refrigeração é composto por uma mistura de líquido de arrefecimento puro e água, que deve ser produzida numa proporção específica de acordo com as instruções do fabricante do motor. Uma proporção de mistura frequentemente utilizada é a de 50:50.

Mesmo em zonas onde são possíveis temperaturas de congelação muito baixas, o líquido de arrefecimento não pode ser utilizado sem ser diluído. Se for adicionada uma quantidade insuficiente de água ao líquido de arrefecimento, ou se este for utilizado sem ser diluído, o efeito de proteção contra a congelação é invertido a partir de uma determinada temperatura. O líquido de refrigeração pode então congelar a temperaturas inferiores a -15 °C, apesar da elevada concentração de líquido de arrefecimento.

Curva de congelação consoante a proporção de mistura do líquido de refrigeração



### Capacidade de absorção de calor do líquido de arrefecimento

O líquido de arrefecimento puro tem uma capacidade de absorção de calor inferior à da água normal. Isto significa que uma mistura de líquido de arrefecimento e água com o mesmo volume consegue transportar menos calor para o radiador do que água pura. O fabricante do motor tomou em consideração esta capacidade reduzida de absorção de calor do líquido de arrefecimento ao conceber o sistema de refrigeração. A velocidade de circulação da bomba de água, o tamanho do radiador e a quantidade de líquido de refrigeração foram ajustados em conformidade. Se for adicionado líquido de arrefecimento ao líquido de refrigeração e o radiador do veículo estiver suficientemente dimensionado, o motor fica protegido contra sobreaquecimento, mesmo em zonas quentes.\*

Os motores que funcionam incorretamente com água pura podem nunca atingir a temperatura de funcionamento correta, pois o sistema de arrefecimento fica sobredimensionado. Esta questão é abordada em maior pormenor no capítulo “3. Danos e causas de avarias”.

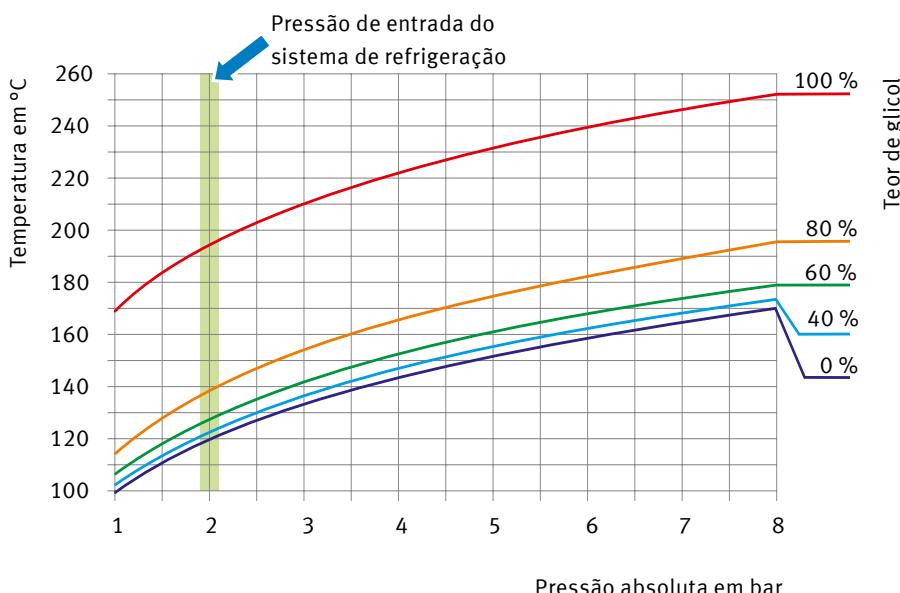
### Aumento do ponto de ebulação

O ponto de ebulação do líquido de refrigeração aumenta à medida que o teor de líquido de arrefecimento aumenta. À pressão atmosférica prevalecente ao nível do mar, a água pura atinge o ponto de ebulação a 100 °C. Para líquidos de arrefecimento à base de monoetilenoglicol puros, o ponto de ebulação é superior a 160 °C. Por conseguinte, o teor de líquido de arrefecimento tem um impacto significativo no ponto de ebulação do líquido de refrigeração. Tal significa que, dependendo do teor de líquido de arrefecimento, o líquido de refrigeração só atinge o ponto de ebulação a temperaturas muito mais elevadas. Isto serve como reserva de segurança para evitar a cavitação nos componentes do motor. A sobrepressão no sistema de refrigeração (aprox. 1 bar) aumenta ainda mais o ponto de ebulação.

O gráfico apresenta as curvas de pressão de vapor de algumas misturas de glicol / água. Os pontos de ebulação resultantes, por exemplo, a uma pressão de entrada do sistema de refrigeração de 1 bar e em várias relações de mistura, podem ser lidos nos respetivos pontos de interseção.

\* Para os veículos usados (veículos comerciais) vendidos em latitudes temperadas para climas quentes, o tamanho do radiador do veículo pode ter de ser ajustado de acordo com as instruções do fabricante para evitar o sobreaquecimento do motor. O funcionamento do sistema de refrigeração com água pura e / ou com o termóstato removido não impede eficazmente o sobreaquecimento do motor.

Curvas de pressão de vapor de misturas de glicol-água



### **Proteção contra corrosão**

Proteger o sistema de refrigeração contra a corrosão é a função mais importante do líquido de arrefecimento, que tem um efeito particular na longevidade do conjunto do motor.

Em caso de ausência de substâncias inibidoras da corrosão no líquido de refrigeração, quaisquer sais e ácidos presentes no líquido de refrigeração fazem com que os componentes sofram ataques químicos (corrosão). A longo prazo, tal conduzirá à destruição dos componentes do motor. A corrosão do alumínio, em particular, é um problema comum nos sistemas de refrigeração.

O oxigénio contido na água também oxida com materiais de ferro e carrega o líquido de refrigeração com sólidos (ferrugem). As partículas de ferrugem relativamente duras provocam um desgaste rápido nos empanques mecânicos da bomba de água.

Para neutralizar a corrosão, o líquido de arrefecimento é alcalino. O valor do pH é de aproximadamente 8. Isto cria um efeito tampão contra os ácidos que entram no sistema de refrigeração. O efeito tampão diminui ao longo do tempo. A água salgada, a água da chuva, os resíduos de agentes descalcificantes do radiador ou os gases de combustão que entram no líquido de refrigeração podem alterar a relação ácido-base na gama ácida. O valor de pH da água pura (destilada) é de 7 e, por conseguinte, esta tem um comportamento neutro.

O gráfico ilustra o intervalo do valor de pH no qual os vários líquidos de amostra se situam.

Tabela de valores de PH



Valor de pH		Exemplo
14	alcalino	Soda cáustica
13		
12		Amoníaco
11		
10		Solução de sabão
9		
8		Água do mar
7	neutro	Água pura
6	ácido	Leite
5		Água da chuva, água mineral com gás
4		Coca-Cola
3		Vinagre
2		Sumo de limão
1		Ácido de bateria, ácido gástrico
0		Ácido clorídrico

### Especificações do líquido de arrefecimento

Atualmente, é feita uma distinção entre essencialmente três tecnologias de líquido de arrefecimento comuns:

- **Líquido de arrefecimento híbrido com silicato à base de monoetilenoglicol (MEG, geralmente azul-esverdeado, laranja ou amarelo)**  
Os inibidores inorgânicos e orgânicos são responsáveis pela proteção contra a corrosão. Os silicatos presentes formam uma camada protetora estável e fina que protege as superfícies do sistema de refrigeração contra corrosão, cavitação e depósitos.
- **Líquido de arrefecimento sem silicato à base de ácidos orgânicos (OAT – Organic Acid Technology, normalmente vermelho-violeta)**  
No caso destes líquidos de arrefecimento, os sais orgânicos são responsáveis pela proteção contra corrosão.
- **Líquido de arrefecimento Si-OAT de última geração (normalmente azul-violeta)**  
Trata-se de uma combinação de líquido de arrefecimento híbrido e OAT com proteção contra corrosão melhorada. Os aditivos de silicone altamente reativos formam camadas protetoras extremamente estáveis e dinâmicas.



### NOTA

A coloração do líquido de arrefecimento não é normalizada. Líquidos de arrefecimento com a mesma cor não são necessariamente líquidos de arrefecimento equivalentes. No entanto, os fabricantes de líquidos de arrefecimento mais conhecidos adaptam-se uns aos outros parcialmente no que diz respeito à coloração. Os fornecedores mais baratos oferecem frequentemente líquidos de arrefecimento em cores néon. Em alguns países, são vendidos líquidos de arrefecimento de qualidade muito fraca. Recomenda-se especial cuidado nestes casos, uma vez que as especificações prescritas podem não ser cumpridas. É essencial utilizar líquidos de arrefecimento aprovados pelo fabricante do motor. A indicação “em conformidade com a norma ...” no rótulo não constitui uma aprovação do fabricante!

### ⚠ ATENÇÃO

Nunca misture líquido de arrefecimento com silicato com líquido de arrefecimento sem silicato!

- O efeito de proteção contra corrosão diminui.
- O líquido de arrefecimento pode tornar-se gelatinoso ou flocular.
- Podem ocorrer danos nos empanques mecânicos.
- O sistema de refrigeração pode vaziar!

## 2. MONTAGEM E MANUTENÇÃO

### 2.1 LIMPEZA DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

Os sistemas de refrigeração contaminados são uma das principais causas de fugas nas bombas de água. Se o líquido de refrigeração tiver ferrugem, calcário, sujidade ou óleo, o sistema de refrigeração tem de ser lavado várias vezes com água limpa, ou limpo com agentes de limpeza adequados para remover óleo e calcário, antes da substituição da bomba de água antiga.

Se o ponto de congelação do líquido de refrigeração tiver sido medido, por exemplo, com um aerómetro, e o resultado indicar que a proteção contra congelação é suficiente, tal não indica que o líquido de arrefecimento pode continuar a ser utilizado. Este resultado indica apenas que a função anticongelante do líquido de refrigeração continua a ser suficiente para evitar que o líquido de refrigeração congele.

Líquido de refrigeração sujo, leitoso ou turvo é uma prova de que os intervalos de mudança do líquido de refrigeração não foram respeitados, ou de que foi usado um líquido de refrigeração inadequado. Uma junta da cabeça do cilindro com fugas também pode causar estes sintomas. Se os gases de escape entrarem no líquido de refrigeração, o valor do pH diminui e é potenciada a formação de corrosão.

Líquido de refrigeração com uma cor indefinível ou flocação indica que foram misturados líquidos de arrefecimento de diferentes composições. Neste caso, o sistema de refrigeração deve ser cuidadosamente lavado e o líquido de refrigeração deve ser substituído na totalidade.



#### AMBIENTE

O líquido de refrigeração usado não deve ser reutilizado. Este deve ser recolhido e eliminado em conformidade com os regulamentos locais. O líquido de refrigeração antigo não deve entrar no sistema de esgotos nem no meio ambiente. Devido aos compostos de cloro e outros componentes, o líquido de refrigeração antigo não deve ser misturado e eliminado com óleo de motor antigo.



Líquido de refrigeração contaminado, descolorado, oleoso ou com ferrugem é um sinal de que o líquido de refrigeração tem de ser substituído imediatamente. Geralmente, o líquido de refrigeração deve ser verificado em todas as operações de manutenção, e não só em caso de avaria da bomba de água.

### 2.2 REMOÇÃO DA BOMBA DE ÁGUA ANTIGA

Remova a bomba de água antiga de acordo com as instruções do fabricante. As superfícies de vedação no bloco do motor devem ser cuidadosamente limpas de resíduos de vedantes antigos e corrosão. Os resíduos de vedante raspados não podem entrar no sistema de refrigeração.

Se for necessário lavar o sistema de refrigeração, por razões práticas, esta operação deve ser efetuada antes da remoção da bomba de água antiga.

## 2.3 INSTALAÇÃO DA BOMBA DE ÁGUA NOVA

As superfícies de vedação limpas devem ser desengorduradas antes da instalação da nova bomba de água, para que os produtos de vedação líquidos ou as juntas planas possam aderir e vedar adequadamente. No caso de invólucros vedados com juntas em elastómero, pode ser necessário aplicar uma pequena quantidade de lubrificante na superfície de contacto do bloco do motor. Tal evita que o anel de vedação fique torcido, preso ou danificado quando a bomba de água é inserida.

### ATENÇÃO

Ao instalar a bomba de água nova, respeite sempre os binários de aperto especificados pelo fabricante do motor e a sequência de aperto dos parafusos de fixação.

## 2.4 VEDAÇÕES E PRODUTOS DE VEDAÇÃO LÍQUIDOS

As bombas de água com O-Rings ou anéis retangulares em elastómero não devem ser montadas junto ao anel de vedação com produtos de vedação líquidos adicionais. Para permitir alterações à forma (deformação oval) que o anel de vedação sofre quando instalado, deve existir espaço livre suficiente. Se este espaço também for preenchido com produto de vedação líquido, o funcionamento correto da junta em elastómero deixa de ser assegurado.

Se forem utilizadas juntas planas para vedar a bomba de água, não deve ser aplicado produto de vedação líquido adicional se a superfície de vedação do bloco do motor estiver em excelentes condições. Apenas no caso de superfícies de vedação muito corroídas ou riscadas, que já não possam ser niveladas com lixa, é possível utilizar um pouco de produto de vedação líquido entre

o bloco do motor e a vedação. No entanto, a aplicação do produto de vedação deve ter apenas um diâmetro máximo de 2 mm. O produto de vedação excedente é espremido para fora e pode contaminar os empanques mecânicos (consulte o capítulo “3. Danos e causas de avarias”). O líquido de refrigeração não deve ser adicionado até que o produto de vedação tenha endurecido. Tal evita que o produto de vedação ainda mole entre na folga da vedação dos empanques mecânicos.

### ATENÇÃO

Não utilize demasiado produto de vedação! O excesso de produto de vedação pode contaminar o sistema de refrigeração e destruir os empanques mecânicos. Isto pode provocar perturbações no funcionamento dos termóstatos, das válvulas de aquecimento elétricas e das bombas de circulação dos aquecedores auxiliares, entre outros.



Bombas de água que desenvolveram fugas devido à utilização de produtos de vedação líquidos

## 2.5 ACIONAMENTO POR CORREIA E TENSÃO DA CORREIA

Tenha muito cuidado ao instalar a correia de acionamento e ao ajustar a tensão da correia. Se existirem tensores de correia automáticos, estes devem ser substituídos e ajustados de acordo com as instruções do fabricante. Se a bomba de água for acionada por correia dentada, esta última deve ser sempre substituída ao mesmo tempo, devido à segurança operacional do motor e ao trabalho envolvido na substituição da bomba de água. Isto também se aplica a todos os rolos de guia e de tensão. As rodas motrizes danificadas têm de ser substituídas.

A regulação das válvulas, da tensão da correia e da bomba de injeção deve ser ajustada de acordo com as instruções do fabricante do motor. Uma tensão excessiva ou insuficiente na correia irá provocar danos no rolamento da bomba de água. Se a correia estiver sob tensão excessiva, a carga admissível do rolamento será excedida e o rolamento será destruído em apenas alguns milhares de quilómetros. Se a correia estiver sob tensão insuficiente, o bater da correia pode provocar vibrações e irregularidades no funcionamento. Isto também reduz a vida útil dos rolamentos da bomba de água.

## 2.6 CORREIAS TRAPEZOIDAIS E RODAS DA CORREIA TRAPEZOIDAL

As correias trapezoidais (Fig. 2–4) desgastam-se mais rapidamente do que as correias trapezoidais com nervuras (correias poli-V, poli-rib, Fig. 1). Isto deve-se ao maior esforço de flexão da correia. O deslizamento associado da correia desgasta a correia trapezoidal em ambos os lados. O mesmo se aplica às rodas da correia trapezoidal. Tempos de funcionamento prolongados podem desgastar as rodas da correia trapezoidal de tal forma que até uma correia nova deixa de ser suportada nos flancos. A potência é então transferida para as extremidades da correia trapezoidal (Fig. 3) ou através do diâmetro interior da correia e do diâmetro da base da polia (Fig. 4). Este desgaste reduz a distância entre a correia e o veio

em ambos os casos. Isto altera a relação de transmissão do acionamento por correia e pode levar à avaria prematura dos componentes.

Se as rodas da correia estiverem gastas, mesmo uma correia nova irá provocar ruídos de rangido após um curto período de funcionamento. Estes ruídos são um sinal do deslizamento da correia. Como contramedida, a tensão da correia é frequentemente aumentada. A correia é então submetida a tensão excessiva. Isto leva a uma sobrecarga dos rolamentos da bomba de água, da servo-bomba e do alternador, conduzindo a uma avaria dos componentes.

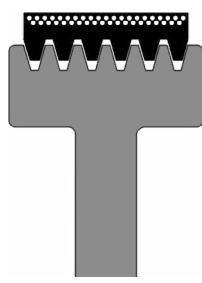


Fig.1

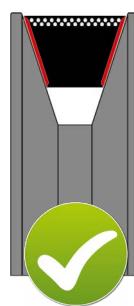


Fig.2

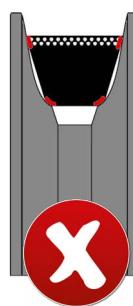


Fig.3

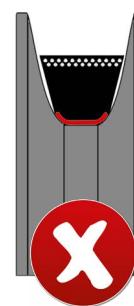


Fig.4

## 2.7 ENCHIMENTO DO SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

Ao encher o sistema de refrigeração, certifique-se de que o ar retido pode sair. Para tal, é necessário abrir quaisquer parafusos de ventilação e válvulas de aquecimento mecânicas.

### NOTA

Alguns sistemas de refrigeração são difíceis de encher devido ao seu design. Nestes casos, o enchimento deve ser efetuado sempre de acordo com as instruções do fabricante de automóveis.



Dica: O método de enchimento a vácuo pode ser utilizado para evitar bolsas de ar no sistema de refrigeração. Em primeiro lugar, todo o ar é aspirado (evacuado) do sistema de refrigeração por um aparelho de enchimento a vácuo. As válvulas são então comutadas de forma a que o vácuo aspire o líquido de refrigeração do depósito para o sistema de refrigeração. A vantagem do processo não é apenas o enchimento sem bolhas do sistema de refrigeração. Se o sistema for evacuado, também podem ser imediatamente detetadas fugas devido ao vácuo que não está a ser gerado no sistema de refrigeração. O processo de enchimento a vácuo é utilizado ou prescrito por muitos fabricantes de automóveis, tanto na produção como na assistência técnica. Os dispositivos de enchimento apropriados encontram-se disponíveis junto dos revendedores de ferramentas.

## 2.8 COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO

### ATENÇÃO

A bomba de água não pode ser rodada com empanques mecânicos secos!

A bomba de água não pode, em circunstância alguma, ser colocada em funcionamento sem que seja adicionado líquido de refrigeração. Mesmo um funcionamento de curta duração, por exemplo, para verificar se a tensão da correia está correta ou se o motor arranca de todo, também não é permitido. Se a bomba de água for colocada em funcionamento sem líquido de refrigeração, os dois anéis deslizantes roçam um contra o outro a seco, sem lubrificação e sem refrigeração. Os empanques mecânicos ficarão então imediatamente sujeitos a desgaste significativo e à destruição térmica.

Isto também ocorre se for perdido líquido de refrigeração durante a condução e o veículo for conduzido até à oficina mais próxima, tendo em conta a temperatura do motor. Mesmo que seja apenas uma viagem curta, geralmente, a bomba de água fica danificada ou irreversivelmente destruída.



As bombas de água não podem ser rodadas a seco

## 2.9 RODAGEM DA BOMBA DE ÁGUA

Tal como qualquer outro componente móvel do motor, a bomba de água requer um tempo de rodagem. As superfícies dos dois anéis deslizantes têm de se adaptar uma à outra. Uma pequena fuga de líquido de refrigeração visível no orifício de vazamento

da bomba de água durante o período de rodagem é considerado normal. A fuga do líquido de refrigeração termina quando os anéis deslizantes se ajustam (1–3 horas de funcionamento).

## 2.10 MISTURA DO LÍQUIDO DE REFRIGERAÇÃO

Salvo indicação em contrário do fabricante do motor, uma proporção de mistura de líquido de arrefecimento e água de 50:50 provou ser eficaz. Muitos fabricantes de líquidos de arrefecimento fornecem líquidos de refrigeração prontos a usar que não requerem mistura.

### ATENÇÃO

Em circunstância alguma pode ser utilizada água no sistema de refrigeração sem a adição do líquido de arrefecimento.

A água utilizada deve ter a qualidade da água potável e não ser demasiado dura. O grau de dureza não deve exceder 3,56 mmol/l (20 °DH). Não deve ser utilizada água potável proveniente de estações de dessalinização da água do mar. O teor residual dos sais dissolvidos na mesma leva rapidamente à corrosão do sistema de refrigeração. Se não estiver disponível água potável adequada (sem gás), também pode ser utilizada água destilada\*. A água da chuva, a água do oceano ou águas paradas não devem ser utilizadas.

A água e o líquido de arrefecimento devem ser sempre misturados fora do sistema de refrigeração. Evite introduzir líquido de arrefecimento puro no sistema de refrigeração e só depois completar a quantidade restante com água. Os silicatos contidos nos líquidos de arrefecimento formam um revestimento de proteção no sistema de refrigeração. Se o sistema de refrigeração for enchido pela primeira vez com líquido de arrefecimento puro, formar-se-á uma camada protetora demasiado espessa nas superfícies mais profundas do sistema de refrigeração devido à concentração elevada. O aditivo de silicato já não será suficiente para assegurar a camada protetora em toda a superfície do sistema de refrigeração.

A calcificação nos sistemas de refrigeração ocorre se, por exemplo, um sistema de refrigeração com fugas for continuamente enchido apenas com água. Quando o sistema de refrigeração é reabastecido com água, são adicionados novos nutrientes catiônicos a cada reabastecimento, que se depositam no sistema de refrigeração sob a forma de incrustações (carbonato de cálcio e magnésio) e dificultam a permuta de calor. As partículas soltas de calcário levam ao desgaste abrasivo dos empanques mecânicos e à avaria da bomba de água.



Dica: Se apenas estiver disponível água muito calcária para a mistura do líquido de refrigeração, é possível remover algumas das substâncias formadoras de dureza ao fervêr a água. A dureza dos carbonatos deixa de poder formar incrustações e já não se consegue depositar no sistema de refrigeração.

\* A água destilada é muito pobre em minerais. Por conseguinte, mesmo entre os especialistas, é frequente haver reservas quanto à utilização desta água para a mistura do líquido de refrigeração. Devido ao forte efeito de proteção contra corrosão do líquido de arrefecimento puro, a utilização de água destilada não tem qualquer efeito negativo.

## 2.11 AS REGRAS MAIS IMPORTANTES PARA O MANUSEAMENTO DE BOMBAS DE ÁGUA E DE LÍQUIDO DE REFRIGERAÇÃO



- Utilizar apenas o líquido de refrigeração especificado.
- Respeitar os intervalos de mudança do líquido de refrigeração.
- Os acoplamentos viscosos ou as pás do ventilador defeituosos ou danificados devem ser substituídos.
- Apenas utilizar produtos de vedação da caixa líquidos se os mesmos forem especificados.
- Respeitar sempre a tensão especificada da correia.
- Substituir e afinar os rolos tensores e os tensores de correia automáticos estritamente de acordo com as instruções do fabricante.
- Assegurar a ventilação do sistema de refrigeração.



- Nunca rodar manualmente para trás e para a frente os veios de bombas de água novas.
- Não utilizar rodas da correia gastas, danificadas ou dobradas.
- Não podem ser adicionados aditivos de vedação do radiador ao líquido de refrigeração.
- Nunca colocar as bombas de água em funcionamento sem líquido de refrigeração.

## 3. DANOS E CAUSAS DE AVARIAS

### 3.1 DANOS NOS ROLAMENTOS

Os danos precoces nos rolamentos ocorrem sempre que a carga axial ou radial máxima permitida é excedida. Se sair demasiado líquido de refrigeração devido a danos nos empanques mecânicos, este pode entrar no invólucro dos rolamentos e provocar a avaria dos mesmos (perda de lubrificação, corrosão).

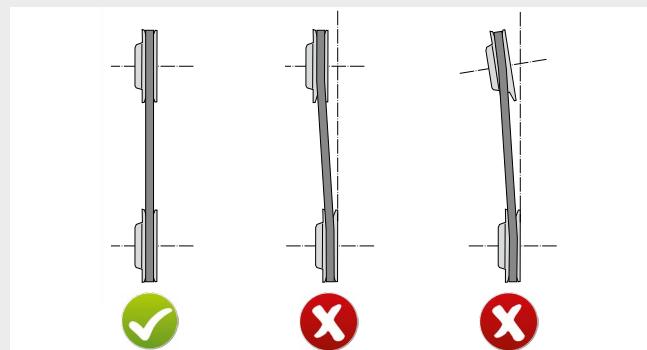
Os motivos de avaria são:

- Correias de acionamento demasiado tensas (sobrecarga dos rolamentos).
- Correias de acionamento com uma tensão demasiado fraca levam a um aumento da carga do rolamento devido ao bater da correia e às oscilações de rotação.
- Rodas da correia gastas, incorretas ou dobradas devido a um desalinhamento da correia, carga unilateral, vibrações (consulte a figura).

- Dispositivos de fixação automáticos defeituosos ou montados incorretamente.
- Acoplamentos viscosos defeituosos para o ventilador do radiador (vibrações).
- Pás do ventilador defeituosas, dobradas ou incorretas (vibrações).
- Amortecedores de vibrações da cambota defeituosos (vibrações, desalinhamentos da correia).
- Correias de acionamento incorretas e danificadas.
- Entrada de água nos rolamentos da bomba devido a:
  - Condução através de água.
  - Limpeza do motor com equipamento de limpeza de alta pressão.
  - Empanques mecânicos com fugas (ignorar a perda de água da bomba de água e adicionar continuamente líquido de refrigeração).
- Alcance do fim da vida útil normal devido a desgaste.
- Instalação de uma bomba de água que não seja adequada para a aplicação.



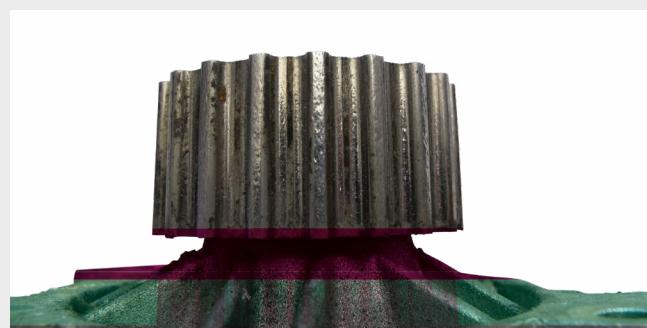
Danos nos rolamentos devido a problemas na correia (abrasão da borracha, partículas no invólucro)



Desalinhamento da correia



Danos nos rolamentos devido a tensão excessiva da correia



Roda motriz danificada por sujidade e desgaste (danos nos rolamentos)

## 3.2 FUGAS

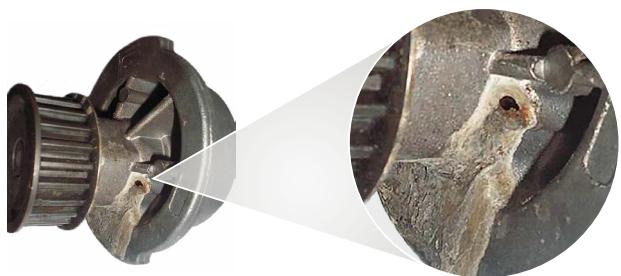
Os danos nos empanques mecânicos costumam ser causados pelo funcionamento a seco da bomba de água (falta de líquido de refrigeração) e por líquido de refrigeração contaminado. Ambas as situações provocam um desgaste abrasivo da vedação e uma avaria prematura da bomba de água.

### Causas das fugas:

- Operação da bomba de água sem líquido de refrigeração.
- Líquido de refrigeração contaminado (ferrugem, produtos de corrosão, calcário, produtos de vedação líquidos, óleo, areia, etc.).
- Rotação manual da bomba de água nova (os empanques mecânicos ficam danificados). Os empanques mecânicos ainda secos começam a ranger. Este ruído aumenta quanto mais tempo o veio da bomba for rodado para trás e para a frente.
- Líquido de refrigeração incorreto, corrosivo ou inadequado.
- Impactos no veio da bomba (ruptura dos empanques mecânicos devido a um acidente com o veículo ou a uma instalação incorreta).
- Rolamentos da bomba gastos.
- Utilização de aditivos de vedação do radiador no líquido de refrigeração (colagem dos empanques mecânicos).



Fuga na bomba de água devido a produtos de vedação líquidos (a bomba começou a verter quando o motor ainda estava a aquecer)



Fuga na bomba de água devido a água calcária



Fuga na bomba de água devido a líquido de refrigeração com ferrugem (falta de proteção contra corrosão do líquido de refrigeração)



Utilização excessiva de produtos de vedação líquidos (neste caso, silicone)

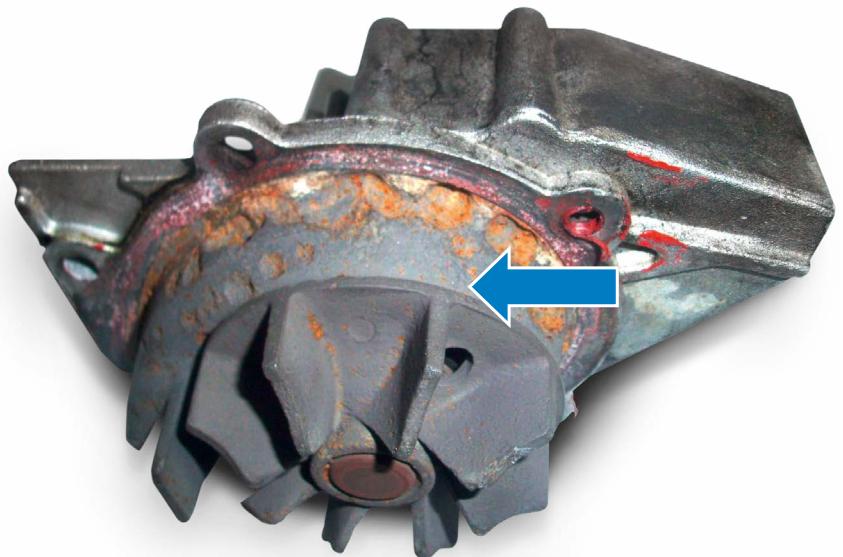
### 3.3 CAVITAÇÃO

As bombas de água podem desenvolver orifícios no invólucro devido à cavitação, o que pode provocar fugas. Os rotores de metal podem ser enfraquecidos pela cavitação a ponto de se partirem. Muitas vezes, a ocorrência de cavitação só é visível após a remoção da bomba de água.

A cavitação é o resultado de:

- Erros de manutenção
- Condições de funcionamento desfavoráveis
- Anomalias no sistema de refrigeração
- Líquido de refrigeração incorreto

A cavitação também pode indicar que não foi tomado o cuidado necessário durante a instalação da bomba de água.

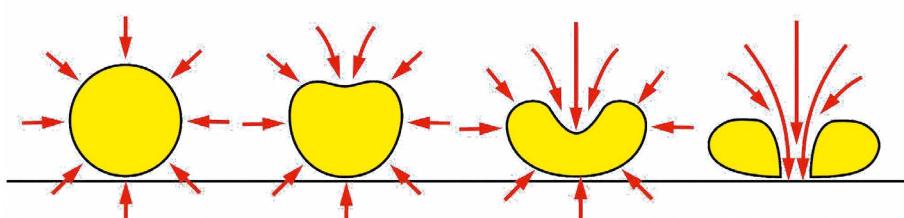


Invólucro de bomba danificado por cavitação

#### Aparecimento da cavitação

Quando os líquidos atingem o seu ponto de ebulação, formam-se pequenas bolhas de vapor que voltam a colapsar subitamente (implodem). Durante a desintegração da bolha, forma-se caracteristicamente um microbocal no centro da bolha. O líquido no microbocal é extremamente acelerado. Picos de pressão de até 10 000 bar e velocidades de até 400 km / h atuam pontualmente na superfície do componente.

As partículas de metal mais pequenas são, assim, arrancadas da superfície do componente por meios mecânicos. Se a cavitação ocorrer sempre no mesmo lugar, vão-se formando orifícios ou buracos cada vez mais profundos ao longo do tempo.



Formação de bolhas e desintegração de bolhas

Ocorrem bolhas de vapor quando o ponto de ebulação de um líquido é atingido. Isto depende de três parâmetros:

1. O ponto de ebulação do líquido em si.
2. A pressão no líquido.
3. A temperatura do líquido.

Estes três parâmetros influenciam-se mutuamente. As razões para o ponto de ebulação ser atingido no sistema de refrigeração de um motor são indicadas abaixo. Muitas vezes, existem várias razões que levam a que o ponto de ebulação seja atingido e que ocorra cavitação.

#### **O ponto de ebulação é atingido devido a pressão de entrada insuficiente no sistema de refrigeração**

- Sistema de refrigeração com fuga.
- Tampa do radiador defeituosa ou incorreta – a pressão de abertura da válvula de escape não é adequada.
- Temperatura de funcionamento do motor demasiado baixa – funcionamento do motor sem termóstato ou termóstato com temperatura de abertura demasiado baixa.
- Funcionamento do motor em montanhas altas – a pressão atmosférica mais baixa também influencia a pressão de entrada no sistema de refrigeração.

#### **O ponto de ebulação é atingido através de movimentos rápidos de líquidos e objetos**

- Zonas de vácuo locais nos componentes causadas por vibrações dos componentes.
- Zonas de vácuo locais devido ao movimento rápido de componentes em líquidos, especialmente no caso de rotores e hélices.
- Altas velocidades de fluxo de líquidos, associadas a mudanças significativas na direção do fluxo ou à inversão do fluxo. Se a velocidade de fluxo se tornar tão elevada que a pressão estática desce abaixo da pressão de evaporação do líquido, ocorre a formação de bolhas de vapor.

#### **Ponto de ebulação do líquido de refrigeração demasiado baixo**

- Utilização de água normal sem a adição do líquido de arrefecimento.
- Líquido de refrigeração inadequado (concentração do líquido de arrefecimento demasiado baixa, líquido de refrigeração demasiado antigo). Consulte também o capítulo “1.9 Líquido de refrigeração”.

#### **Ponto de ebulação atingido devido ao facto de a temperatura do componente ser demasiado elevada**

A sobrecarga do motor ou avarias no processo de combustão resultam em mais calor do que o previsto.

Um sistema de refrigeração que funciona mal, por exemplo, devido à falta de líquido de refrigeração, radiadores obstruídos, radiadores sujos no exterior, acoplamentos viscosos defeituosos, correias de acionamento gastas, avaria do ventilador do radiador elétrico, etc.

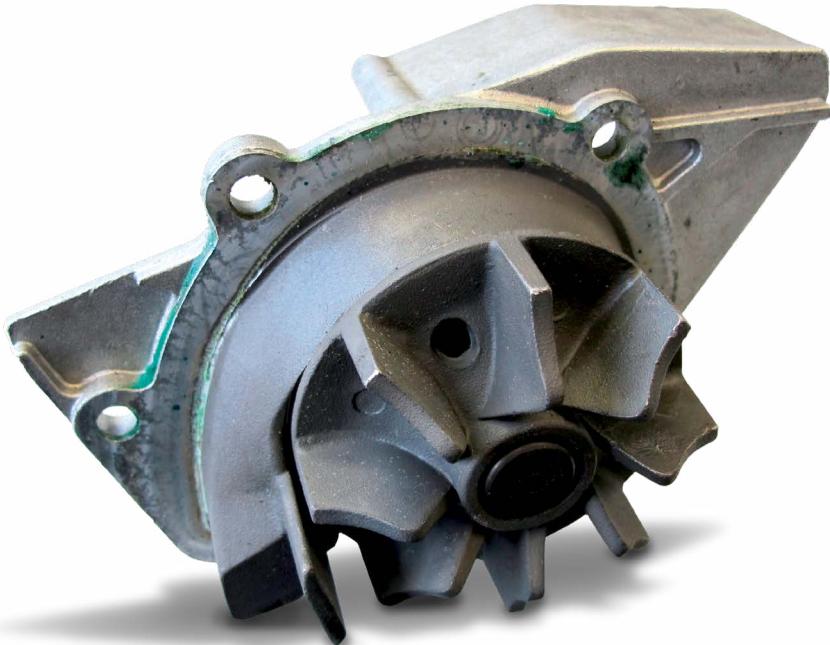
## 3.4 CORROSÃO

A corrosão solta partículas sólidas das superfícies do sistema de refrigeração. As partículas alojam-se entre os empanques mecânicos da bomba de água. Os empanques mecânicos desenvolvem fugas devido ao desgaste abrasivo. A corrosão nas superfícies internas da bomba de água é um indício de uma proteção contra corrosão insuficiente do líquido de refrigeração utilizado.

Causas da corrosão:

- Líquido de refrigeração incorreto, corrosivo, demasiado antigo ou inadequado.

- Utilização de água como líquido de refrigeração (sem adição de líquido de arrefecimento).
- Junta da cabeça do cilindro com fugas: Gases de combustão agressivos, tais como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e enxofre ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) entram no sistema de refrigeração e fazem com que o líquido de refrigeração se acidifique e as substâncias inibidoras da corrosão se decomponham.
- Redução do efeito da proteção contra corrosão do líquido de refrigeração através da mistura de líquidos de arrefecimento de diferentes composições (consulte o capítulo “1.9 Líquido de refrigeração”).



Líquido de refrigeração inadequado causou corrosão e fugas



A reação alcalina do líquido de refrigeração provoca uma descoloração cinzenta normal nas peças de alumínio. No entanto, as superfícies cinzentas descoloradas não devem apresentar quaisquer depósitos soltos (lamas ou poeira em estado seco) (teste manual). Se tal acontecer, isto indica que não se trata da reação alcalina do líquido de refrigeração, mas sim de uma corrosão do material. Os sólidos soltos resultantes contaminam o líquido de refrigeração e provocam desgaste abrasivo nos empanques mecânicos.



# TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTOS TÉCNICOS

## CONHECIMENTOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS

### AÇÕES DE FORMAÇÃO A NÍVEL MUNDIAL

Todos os anos, mais de 4500 mecânicos e técnicos beneficiam das nossas ações de formação e seminários que realizamos em vários locais de todo o mundo ou nos nossos centros de formação em Neuenstadt, Dormagen e Tamm (Alemanha).

### INFORMAÇÕES TÉCNICAS

As nossas Product Information e Service Information, as brochuras técnicas e os posters permitem-lhe estar sempre a par das mais avançadas tecnologias.

### VÍDEOS TÉCNICOS

Os nossos vídeos técnicos incluem instruções práticas de montagem e explicações dos sistemas ao nível dos nossos produtos.



### PRODUTOS EM FOCO ONLINE

Saiba tudo o que vale a pena conhecer sobre os nossos produtos para motores através de elementos interativos, animações e clipes de vídeo.

### LOJA ONLINE

Encomendas 24 horas por dia. Verificação rápida da disponibilidade. Busca de produtos abrangente através do motor, veículo, dimensões, etc.

### NOVIDADES

Subscreva a nossa newsletter gratuita online para receber regularmente informações sobre novos produtos, publicações técnicas e muito mais.

### INFORMAÇÕES INDIVIDUALIZADAS

Obterá da nossa parte informações e serviços abrangentes para a nossa ampla gama de serviços: como p. ex. materiais personalizados para promoção de vendas, apoio às vendas, suporte técnico e muito mais.



### TECNIPÉDIA

Na nossa tecnipédia partilhamos consigo os nossos conhecimentos técnicos. Aqui encontrará conhecimentos técnicos vindos diretamente dos especialistas.

### APLICAÇÃO MOTORSERVICE

Aqui obterá, de forma rápida e simples, as informações e os serviços mais recentes referentes aos nossos produtos.

### MÍDIA SOCIAIS

Sempre atualizados



**HEADQUARTERS:**

**MS Motorservice International GmbH**

Wilhelm-Maybach-Straße 14–18

74196 Neuenstadt, Germany

[www.ms-motorservice.com](http://www.ms-motorservice.com)

**www.rheinmetall.com**

© MS Motorservice International GmbH – 50003 701-19 – PT-EU – 05/15 (082023)

