



NSK Bearing Doctor Automotivo

Diagnóstico Rápido de Ocorrências em Rolamentos

Obtenha a máxima performance





NSK Bearing Doctor Automotivo

Diagnóstico Rápido de Ocorrências em Rolamentos Automotivos

O conteúdo deste catálogo poderá ser alterado sem prévio aviso em função de casos como o do avanço tecnológico.
Os dados inseridos foram cuidadosamente verificados, no entanto eximimo-nos da responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

Índice

Introdução	5
Cuidados Necessários com os Rolamentos	6
Quanto à estocagem	6
Quanto ao manuseio	6
Quanto à instalação	7
Instalação de Rolamentos Automotivos	8
Instalação dos rolamentos de rolos cônicos em rodas	8
Instalação dos rolamentos de dupla carreira de esferas de contato angular em rodas	10
Instalação dos rolamentos nos demais locais	11
NSK Aplicação Automotiva	12
Principais Ocorrências em Rolamentos Automotivos	15
Riscos nas esferas - Ruído excessivo	15
Carga excessiva durante a instalação	16
Excessiva carga de impacto durante a instalação	16
Excessiva carga atuante	17
Pré-carregamento	17
Contaminação por agentes corrosivos	18
Errônea aplicação do rolamento	18
Problemas com rolamentos não-originais	19
Marcas de impressões provenientes do repasse das esferas	21
Condições de Falha e Contramedidas	22
Esmagamento das bordas	23
Risco e Impressões nas esferas e pistas	24
Escamamento a partir de uma trinca	26
Escamamento por carga excessiva	27
Desgaste prematuro proporcionado por pré-carga	29
Oxidação	30
Corrosão elétrica	32
Superaquecimento	33

Introdução

Quando um rolamento se danifica durante a operação, o veículo pode apresentar problemas além de somente a falha do rolamento. Desde falhas prematuras a problemas inesperados é importante saber evitar tais ocorrências, no intuito de, no mínimo, obter um rendimento satisfatório da peça aplicada.



Freqüentemente, falhas em rolamentos da linha automotiva se dão em virtude de problemas que ocorrem no manuseio e instalação dos rolamentos.

Como a falha prematura é diferente da falha por fadiga, as quais ocorrem por escamamento, podemos definir a vida dos rolamentos em dois grupos: falhas prematuras e falhas normais por fadiga.



Diante disso, serão expostas neste catálogo informações referentes ao correto armazenamento, manuseio e instalação dos rolamentos da linha automotiva, para otimização da

aplicação das peças em seus respectivos processos, buscando sempre a evolução, o conhecimento e conseqüente superação de desafios.

Cuidados Necessários com os Rolamentos

Como rolamentos são considerados componentes de alta precisão, eles devem ser manuseados com cuidado.

Mesmo que sejam rolamentos específicos para determinadas aplicações, a vida esperada e sua performance podem não ser atingidas se forem usados inadequadamente. As precauções a seguir devem ser observadas:

1. Cuidados quanto à estocagem

1.1. Mantenha o rolamento limpo e em local limpo

Poeira e sujeira mesmo que invisíveis a olho nu, têm efeitos nocivos sobre os rolamentos. É necessário prevenir a entrada de poeira e umidade deixando os rolamentos e o ambiente o mais limpo e seco possível.

2. Cuidados quanto ao manuseio

2.1. Instalação

Certifique-se de evitar a entrada de poeira e sujeira no ambiente, se atentando para a qualidade da instalação do rolamento e suas influências sobre a vida e performance das peças. É recomendável que o método de instalação siga os seguintes passos:

- (1) Apenas desembalar o rolamento no ato da instalação;
- (2) Nunca deixar o rolamento exposto a ação de sujeiras e ao contato com umidade;
- (3) limpar os componentes agregados ao rolamento.

2.2. Manusear com cuidado

Choques durante o manuseio podem arranhar ou causar outros danos no rolamento, possivelmente resultando em falha. Impactos fortes podem causar falso brinelamento, quebras ou trincas.

2.3. Previna a corrosão

Desde o suor das mãos até diversos contaminantes podem causar a corrosão. Mantenha suas mãos limpas quando manusear rolamentos e, se possível, use luvas.

3. Cuidados quanto à instalação

3.1. Método de instalação

É aconselhável estudar a instalação do rolamento detalhadamente, desde a qualidade da instalação do rolamento e suas influências sobre a precisão de giro, vida e performance. É recomendável que o método de instalação siga os seguintes passos:

- (1) verifique as dimensões e o estado de acabamento das partes agregadas;
- (2) siga os procedimentos de instalação;
- (3) verifique se o rolamento está montado corretamente;
- (4) coloque o lubrificante correto na quantidade exata.

3.2. Uso de ferramental adequado

Use sempre ferramental adequado quando for instalar os rolamentos. Assim, podemos evitar, ou pelo menos reduzir os riscos de danificação das peças antes mesmo da aplicação.

Instalação de Rolamentos Automotivos

A instalação correta ou não dos rolamentos em seus respectivos conjuntos, é diretamente proporcional a vida útil e ao desempenho das peças.

Assim, é desejável que a instalação seja realizada segundo normas de serviço, após os departamentos de projeto e montagem estudarem suficientemente quanto à instalação do rolamento.

Os rolamentos devem ser desembalados imediatamente antes da instalação, e em caso de lubrificação a graxa, os rolamentos podem ser lubrificados sem que sejam lavados, lembrando sempre que os rolamentos vedados já vêm lubrificados de fábrica.

Os métodos de instalação diferem para cada tipo de rolamento e as condições de aplicação, os quais separamos os mais comuns e explicaremos abaixo.

1. Instalação dos rolamentos de rolos cônicos em rodas

A principal exigência na instalação dos rolamentos de rolos cônicos em rodas se dá quanto à folga axial residual deixada na montagem do rolamento, de modo a evitar a pré-carga (folga axial negativa) no ato do aperto da porca no momento do fechamento do conjunto. A seguir damos um exemplo de como deve ser efetuada a instalação e o controle da folga axial para evitar tal efeito:

1.1. Ajuste da folga através do espaçador

Todas as peças, independente da marca, são produzidas dentro de um limite de tolerância, entretanto, se ocorrer uma coincidência das peças estarem com as tolerâncias das larguras mais restritas, o comprimento do espaçador será insuficiente e ocasionará pré-carga nas peças quando for apertada a porca do cubo da roda.

Para evitar a pré-carga, é necessário ajustar a folga interna selecionando um espaçador com uma dimensão que resulte em folga, caso não encontre espaçador na dimensão adequada, poderá utilizar um calço (vide figura 1).

A folga axial interna final deverá ficar entre 0,020 mm a 0,120 mm, de acordo

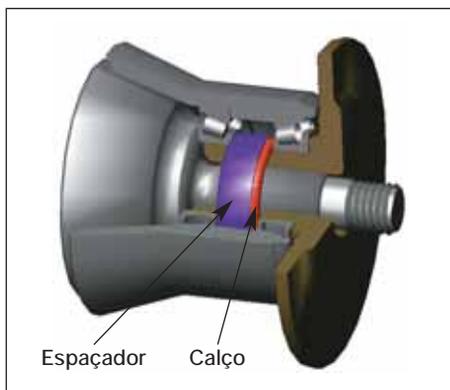


Figura 1

com a medição feita anteriormente com o auxílio do relógio comparador, dos rolamentos montados sem espaçadores.

Abaixo segue uma tabela de folga e aperto para rolamentos de rodas, para uma melhor compreensão e acompanhamento:

Roda Dianteira	Folga Axial (mm)	Torque Máximo Recomendado	Espaçador	Aplicação
		205 ~ 235 Nm (porca com rosca lubrificada)	Não tem	FORD: Escort 83 ~ 93 / Verona até 93
				VW: Apollo até 93
	0,02 ~ 0,12		Tem	FORD: Corcel I e II / Belina I e II / Del Rey / Scalla / Pampa
	0,03 ~ 0,05	120 Nm (aperto) 30 Nm (regulagem) 70 Nm (contra porca)	Não tem	VW: Kombi 1.5, 1.6 e Diesel
				GM: Opala / Caravan 2.5 e 4.1 (após 5/75)
	0,03 ~ 0,05	Regulagem apenas por folga axial	Não tem	VW: Fusca / Brasília até 74
	0,03 ~ 0,05	Regulagem apenas por folga axial	Não tem	VW: Fusca / Brasília após 74 / Variant
	0,03 ~ 0,05	Regulagem apenas por folga axial	Não tem	GM: Opala / Caravan 2.5 e 4.1 até 5/75 / Chevet / Chevy / Marajó
		Apertar a porca até a folga axial se tornar zero girando o cubo, até coincidir com o contrapino. (Geralmente mais um castelo)	Não tem	GM: Opala / Caravan 2.5 e 4.1 até 5/75 / Chevet / Chevy / Marajó
	Apertar a porca até a folga axial se tornar zero girando o cubo, até coincidir com o contrapino. (Geralmente mais um castelo)	Não tem	GM: Opala / Caravan 2.5 e 4.1 (após 5/75)	

Roda Traseira	~ 0,03	100 Nm	Não tem	FORD: Escort / Verona até 93 / Versailles / Royale
				GM: Corsa / Kadett / Ipanema / Monza / Vectra até fev. 96
				VW: Família Gol / Passat / Apollo / Santana / Quantum
	Prensado	320 Nm até coincidir com contrapino	Tem	VW: Kombi
	Prensado	320 Nm	Tem	VW: Fusca / Brasília / Variant (Todos)
	Prensado	320 Nm	Tem	VW: Variant II
	0,015 ~ 0,02	Regulagem apenas por folga axial	Não tem	FORD: Corcel I e II / Belina I e II / Del Rey / Pampa / Scala
	0,015 ~ 0,02		Não tem	FORD: Corcel I e Belina I até 77
	Apertar a porca até a folga axial se tornar zero girando o cubo, até coincidir com o contrapino. (Geralmente mais um castelo)	Não tem	GM: Kadett e Ipanema	

Tabela 1

2. Instalação dos rolamentos de dupla carreira de esferas de contato angular em rodas

Na instalação dos rolamentos o principal cuidado a ser adotado é quanto ao método de instalação do rolamento no alojamento e eixo (cubo).

Durante tal processo é onde ocorre o maior número de incidentes que acarretam problemas para a aplicação dos rolamentos. Portanto, abaixo seguem as instruções para uma correta instalação deste tipo de rolamento:

2.1. Instalação no alojamento

Para a instalação na torre, deve-se apoiar uma bucha somente no anel externo do rolamento e forçá-los através de uma prensa, nunca utilizando o auxílio do martelo ou qualquer ferramenta semelhante. Ver figura 2.

2.2. Instalação no eixo (cubo)

Para instalação no cubo, deve-se apoiar uma bucha somente no anel interno do rolamento e prensar o cubo no lado oposto através de uma prensa. Ver figura 2.

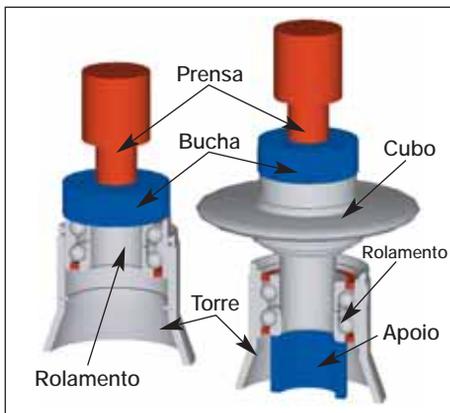


Figura 2

Abaixo segue uma tabela de aperto para rolamentos de rodas da linha da dupla carreira de esferas de contato angular, para uma melhor compreensão e acompanhamento:

	Torque Máximo Recomendado	Aplicação
Roda Dianteira	230 Nm	VW: Família Gol / Passat / Santana / Quantum / Variant II até abril 94 / Logus após abril 94 / Pointer
		FORD: Escort / Verona após 93 / Versailles / Royale / Fiesta / KA
		GM: Kadett / Ipanema / Monza
	220 Nm	FIAT: 147 / Oggi / Spazio / Uno / Prêmio / Elba / Fiorino
	Apertar com 100 Nm, soltar a porca a 90°, apertar novamente até 70 Nm e apertar 90°	GM: Corsa
Roda Traseira	220 Nm	FIAT: 147 / Oggi / Spazio / Uno / Prêmio / Elba / Fiorino (+ cubo) / Palio
	305 Nm	GM: Ômega / Suprema

Tabela 2

3. Instalação dos rolamentos nas demais localizações no equipamento automotivo

Dentro do setor automotivo, são utilizados uma infinidade de rolamentos, de tipo e marcas diferentes, porém todos eles tem uma semelhança, o grau de importância e cuidado que se deve aplicar no ato da instalação.

Seguindo essa premissa, garantimos um bom rendimento do equipamento ao qual foi aplicado o rolamento. Sendo assim, abaixo descreveremos como devem ser instaladas, na maioria das vezes, estas peças de extrema precisão e importância na aplicação.

O primeiro fator a ser observado é o local de aplicação da peça, que deve seguir algumas especificações.

O eixo ou o alojamento com precisão que não atenda o especificado, faz com que o rolamento sofra a influência desta, não permitindo obter a performance requerida. Portanto quando for efetuar a troca do rolamento, deve-se, sempre que possível, fazer uma verificação na cilindridade e na circularidade do eixo e alojamento.

Outro fator extremamente importante é o ajuste aplicado no anel que, durante aplicação, irá girar apoiando a carga, fixando-o no eixo e alojamento através de uma adequada interferência.

Paralelamente a isto, deve-se adotar com cuidado a direção da carga a ser utilizada no ato da instalação, seguindo as instruções abaixo:

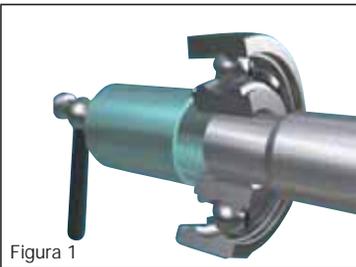


Figura 1

Instalação

Quando em eixos.

O esforço de instalação deve ser aplicado no anel interno de maneira uniforme para não ocorrer marcas em determinados pontos.

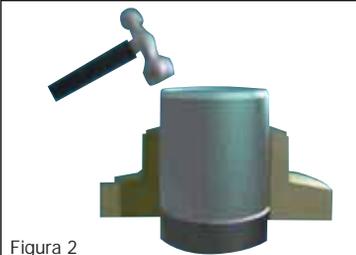


Figura 2

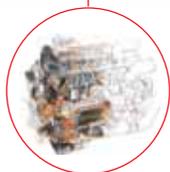
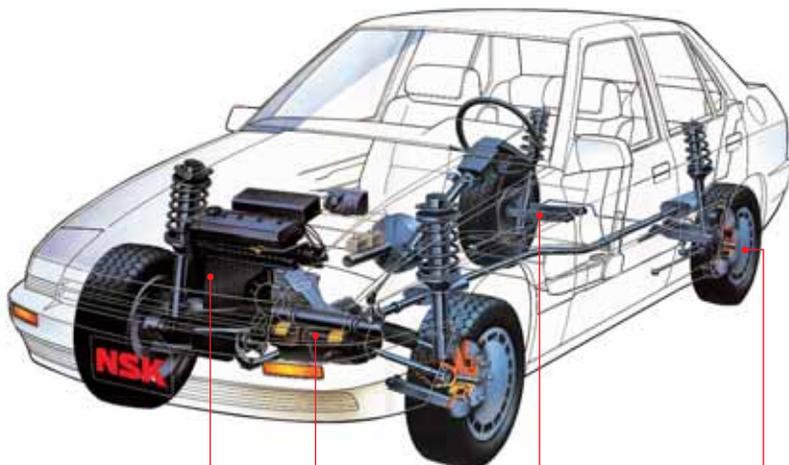
Remoção

O esforço de remoção também deve ser aplicado no anel interno.

Quando a instalação for efetuada no alojamento, as recomendações se invertem, ou seja, os esforços de instalação e remoção deverão ser aplicados diretamente no anel externo de maneira uniforme.

NSK Aplicação Automotiva

A nível mundial, os rolamentos NSK da Linha Automotiva atendem à várias aplicações como:



Componentes e Acessórios para Motores



Sistema de Direção

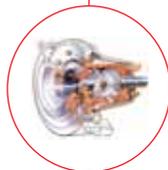


Cubo de Roda e Comp. de Suspensão

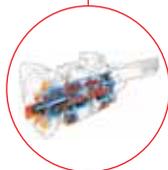


Diferencial

Trem de Força



Suporte de Cardam



Transmissão Manual/Embreagens

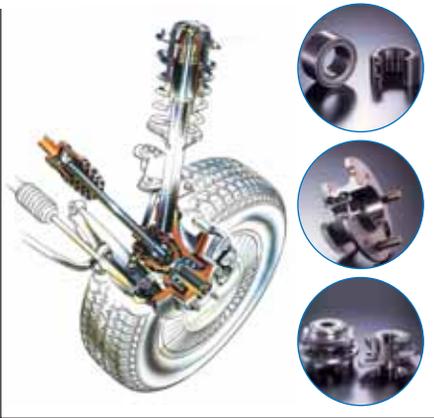


Transmissão Automática



CVT - Sist. de Transmissão Continuamente Variável

Roda



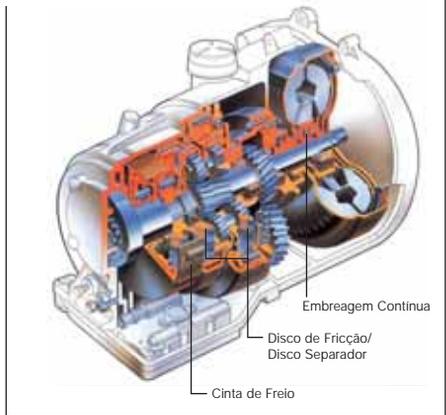
Sistema de Direção



Transmissão Diferencial



Transmissão Automática



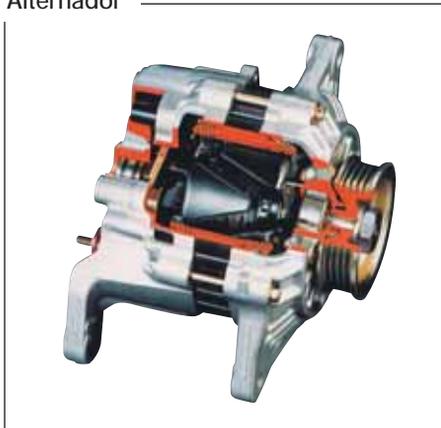
Transm. Continuamente Variável CVT



Motores de Automóveis



Alternador



Acessórios dos motores



Assim, a NSK procura estar sempre presente no dia-a-dia de nossos clientes ajudando a suprir todas as suas necessidades, principalmente nas referentes a movimentação, pois onde tem movimento tem **NSK**.

Principais Ocorrências em Rolamentos Automotivos

Quando os rolamentos giram, as pistas dos anéis interno e externo fazem contato com os elementos rolantes, isto resulta em marcas de trabalho nos elementos rolantes e nas pistas. As marcas de trabalho são úteis, desde que indiquem as condições de aplicação, e devem ser observadas quando o rolamento é desmontado.

Geralmente, a inspeção do rolamento pode identificar as causas do problema. Frequentemente, as causas são atribuídas a falhas no manuseio inadequado, seleção errada do rolamento, ou descuido durante a instalação no eixo ou alojamento. Normalmente, a causa pode ser determinada considerando-se as condições de operação do rolamento antes da falha, investigando-se as condições de aplicação e instalação dos rolamentos e ainda, analisando-se cuidadosamente a peça danificada.

A figura abaixo demonstra algumas das principais ocorrências em rolamentos da linha automotiva antes e durante o processo de trabalho.

1. Riscos nas esferas - Ruído excessivo

Tal anormalidade ocorre tanto em rolamentos da dupla carreira de esferas de contato angular de 1ª geração quanto em rolamentos fixos de uma carreira de esferas, porém em formas distintas.

Os rolamentos da dupla carreira de esferas que apresentam riscos nas esferas indicam que, durante a instalação, ocorreu uma falha no aperto da porca de fixação do cubo da roda, ou então, que ocorreu uma folga entre a face lateral do rolamento com o encosto (da articulação homocinética ou do cubo da roda) quando da instalação.

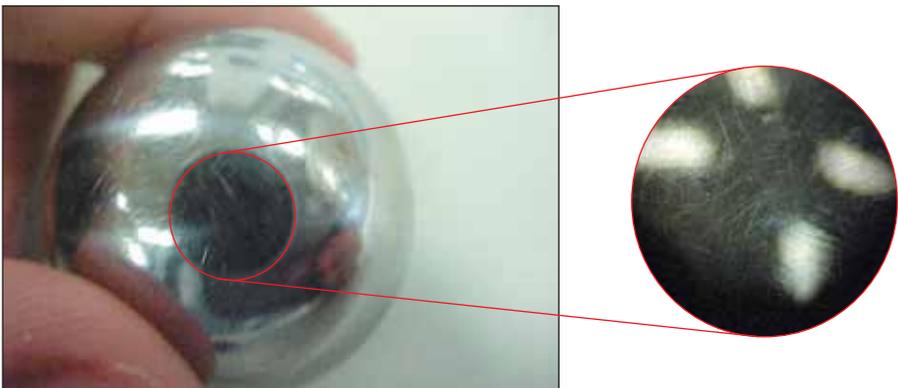


Figura 1

Os rolamentos fixos de uma carreira de esferas quando sofrem falhas prematuras constatadas a partir da presença de riscos nas esferas tendem a apresentar ruído elevado.

Tais riscos e impressões ocorrem devido a contaminação do rolamento e/ou lubrificante por contaminantes, prejudicando o bom rendimento das peças.

2. Carga excessiva durante a instalação

Quando, no ato da inspeção, verifica-se marcas de esmagamento nas bordas das pistas de rolagem e nas esferas, temos o indício de que o rolamento, durante a instalação e a remoção da peça, sofreu esforços demasiados forçando as esferas contra as bordas das pistas.

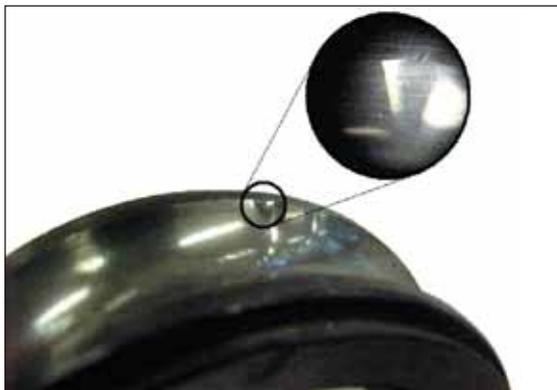


Figura 2

3. Excessiva carga de impacto durante a instalação

O rolamento, após submetido ao tratamento térmico ao qual confere ao seu material uma dureza de 58 à 64 Hrc, torna-se suscetível à trincas quando submetidos à esforços pontuais, ou seja, quando submetidos à cargas de impacto.

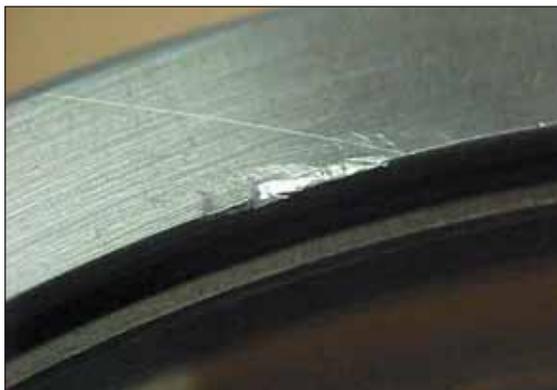


Figura 3

Por isso, tais esforços, quando aplicados na instalação, podem proporcionar

uma redução na vida útil das peças ou mesmo a inutilização dos rolamentos, uma vez que tal ocorrência proporciona rompimentos e até trincas longitudinais na pistas de rolagem, que durante o trabalho tendem a uma evolução em forma de escamamento a partir desta trinca, em função da rolagem das esferas.

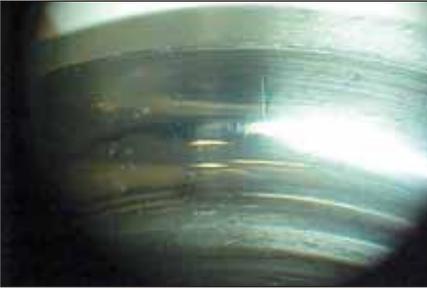


Figura 4



Figura 5

4. Excessiva carga atuante

Devido às condições críticas de operação dos rolamentos, os mesmos apresentam uma redução na vida útil, não atendendo as necessidades do usuário.

Na maioria das ocasiões, estas severas condições se dão em decorrência de pequenos descuidos na aplicação do rolamento ou mesmo por falhas no equipamento e/ou peças conjugadas.

Um desses fatores é a carga aplicada ao rolamento sendo que, uma vez mal dimensionado o rolamento, ocorrerá a danificação das pistas e corpos rolantes dando origem a uma fadiga prematura do aço do rolamento.



Figura 6

Quando a carga se mostra excessiva e se concentra em determinada faixa da pista de rolagem dos rolamentos (zona de carga), denominamos o escamamento que surge de **escamamento em zona de carga**. Quando verificamos escamamento em zona de carga nas pistas de rolagem fica claro de que a peça trabalhou sob condições severas demais, ou seja, trabalhou sob excessiva carga radial.

Quando verificamos escamamento na faixa de rolagem e a mesma se apresenta deslocada, esta anormalidade é característica de que a peça sofreu com excessiva carga axial, que findou a vida útil do rolamento.

5. Pré-carregamento

A faixa de rolagem dos rolamentos de rolos cônicos bem definida, conforme figura 7,

indica que o rolamento trabalhou com pré-carga, ou seja, trabalhou com folga negativa ocasionada na instalação do rolamento no equipamento.

Assim, o filme lubrificante que protege as pistas de rolagem do contato direto com os elementos rolantes não consegue se formar e conseqüentemente a peça opera sem lubrificação entre pistas e roletes. Assim, devido ao elevado atrito agora presente no interior do rolamento, a peça falha prematuramente em decorrência de problemas sucessivos, todos eles subseqüentes ao problema de pré-carga dado na instalação.



Figura 7

6. Contaminação por agentes corrosivos

Sempre que um rolamento estiver em contato com umidade, agentes aceleradores de corrosão ou diretamente em contato com água, o mesmo não apresentará uma vida útil satisfatória em decorrência do efeito prejudicial da umidade sobre o rolamento.

A oxidação do material do rolamento afeta a peça em forma de corrosão, destruindo a estrutura e alterando a composição química do aço do rolamento no ponto onde atua a oxidação.



Figura 8

7. Errônea aplicação do rolamento

O desempenho requerido do automóvel e de seus componentes é avaliado por fatores que se tornam cada vez mais severos, conseqüentemente, as condições e o desempenho exigido aos rolamentos aumentam e diversificam-se continuamente. Portanto, a seleção do rolamento mais apropriado para cada aplicação, dentre os inúmeros tipos e dimensões, requer um estudo minucioso e cuidadoso de vários ângulos. Diante da grande diversificação das aplicações de rolamentos dentro do motor do automóvel, bem como nas demais localizações, criou-se uma certa dificuldade na avaliação do rolamento ideal, ou seja, o rolamento que atenderá

plenamente as exigências de aplicação. Portanto, a NSK, com sua liderança no mercado automotivo mundial e toda tecnologia de ponta disponível para desenvolvimento e fabricação de rolamentos, desenvolveu peças específicas para determinadas aplicações no automóvel, tais como rolamentos para rodas de carro de dupla carreira de esferas de contato angular da série HUB de 1ª, 2ª e 3ª geração, ou ainda rolamento de uma carreira de esferas para transmissão da série TM.



Figura 9

No entanto, por vezes estes rolamentos são substituídos por rolamentos da série standard, os quais, apesar de fabricados com a mais alta tecnologia, não atendem as exigências relativas à tais aplicações automotivas. Quando esta condição se faz, o rolamento aplicado erroneamente não apresenta bom desempenho e tende à uma falha prematura, prejudicando conseqüentemente o equipamento e conjugados.

8. Problemas com rolamentos não-originais

Existe uma situação de mercado no Brasil que há muito vem preocupando nossa empresa, a comercialização de rolamentos não originais.

Para melhor entendimento, chamamos de não-originais os rolamentos adulterados, falsificados ou reconicionados.

A NSK Brasil Ltda., consolidada como um dos principais fabricantes nacionais

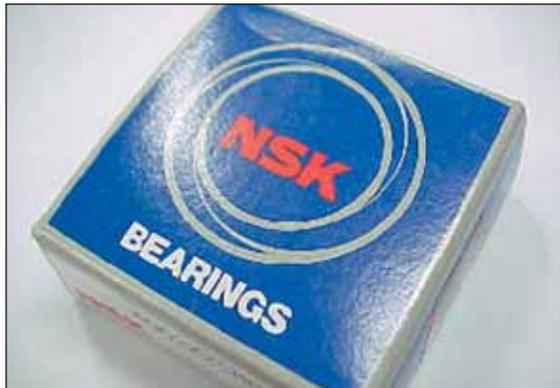


Figura 10 - Embalagem original

de rolamentos, posicionada a nível mundial como fabricante de mais de 1 bilhão de rolamentos/ano com 60 fábricas, visa neste tópico alertar e demonstrar também nossa preocupação com este fato que enriquece ilicitamente determinadas pessoas, em detrimento de empresas que tem na qualidade um princípio fundamental.

A qualidade do rolamento vai muito além do que visualmente podemos notar. O que interessa para o bom rendimento do automóvel em geral é a precisão de giro e da tolerância dimensional, o acabamento superficial das partes e o controle dimensional que se consegue obter na fabricação dos rolamentos.

Portanto, CUIDADO, embalagem bem feita, caixa com cores vivas, gravação a laser..., são facilmente, ao contrário do que possamos pensar, obtidas através de um processo de adulteração.

Conhecendo, ou tendo uma linha direta com o fabricante, certamente, aos poucos, estes rolamentos não serão mais comercializados. Da parte da NSK entendemos como um COMPROMETIMENTO em atuar junto, DIRETAMENTE com os clientes na averiguação das peças, na assistência e no treinamento de pessoal.

A seguir seguem algumas fotos ilustrativas deste processo que prejudica todas as partes e principalmente o cliente final.

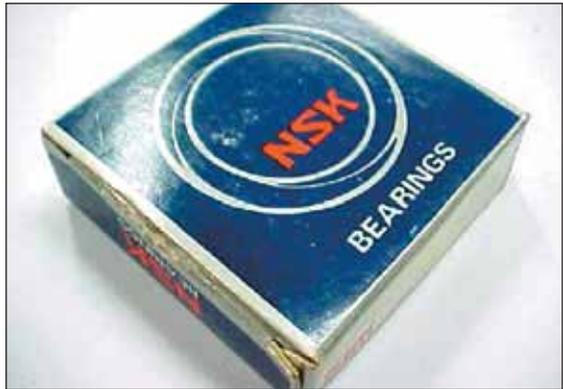


Figura 11 - Embalagem falsa



Figura 12



Figura 13

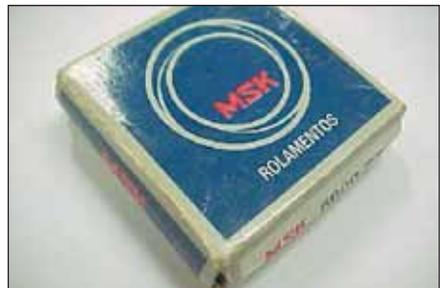


Figura 14



Figura 15



Figura 16

A figura 15 mostra um anel interno de rolamento original NSK.

A figura 16 mostra dois anéis internos que compunham um mesmo rolamento falsificado, o que não segue as especificações de fabricação dos rolamentos originais NSK.

9. Marcas de impressões provenientes do repasse das esferas

Com o esmagamento das bordas das pistas de rolagem dos anéis, as esferas também são danificadas e, na medida de sua utilização, essas marcas de esmagamentos na superfície das esferas são transmitidas para as pistas, contribuindo para a elevação no nível de ruído. Caso o rolamento trabalhe durante muito tempo com tal anormalidade, é possível que a mesma dê origem ao escamamento.



Figura 17 - Impressões na pista de rolagem do anel interno, proveniente do repasse das esferas



Figura 18 - Impressões na pista de rolagem do anel externo, proveniente do repasse das esferas



Figura 19 - Esmagamento superficial das esferas

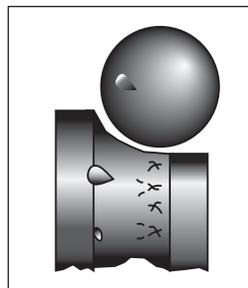


Figura 20 - Impressões na pista de rolagem do anel interno foram provenientes do repasse provocado pelas esferas, devido aos esmagamentos

Condições de Falha e Contramedidas

Os rolamentos corretamente cuidados podem ser usados por um longo período, em geral, até a vida de fadiga. Contudo, há casos de ocorrências inesperadamente rápidas que não permitem a utilização continuada. Estas ocorrências prematuras em relação à vida de fadiga, são os limites de uso, naturalmente denominados de quebras ou acidentes que na sua grande maioria têm como causas: a falta de cuidados quanto a instalação, utilização e lubrificação e a penetração de partículas estranhas do exterior.

Ao avaliar uma ocorrência no rolamento, as marcas que encontramos são, geralmente, as causadoras das anormalidades. Na grande maioria dos casos estas marcas são características e nos dizem o que de fato ocorreu para chegarmos a uma falha prematura do rolamento.

Porém, examinando somente a peça que apresentou o problema, é difícil determinar a verdadeira causa desta.

Entretanto, se for do conhecimento a aplicação, as condições de trabalho, a configuração dos conjugados e se a situação anterior e posterior ao da ocorrência estiverem claras, o estado do rolamento danificado pode ser inter-relacionado a várias causas que, ponderadas, possibilitará a prevenção contra a reincidência de ocorrências semelhantes.

As seções a seguir fornecem exemplos de ocorrências em rolamentos automotivos e suas prováveis ações corretivas. Por favor, consulte esta seção quando estiver tentando determinar as causas de ocorrências no rolamento.

1. Esmagamento das bordas

Ocorrência

- Devido a demasiados esforços na instalação e/ou remoção aplicados erroneamente nos anéis, ocorre a passagem de força pelos anéis através dos elementos rolantes, marcando os mesmos e as pistas de rolagem.

Prováveis Causas

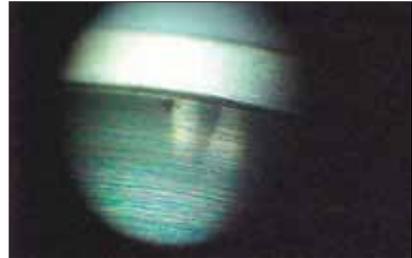
- Impactos ou cargas excessivas aplicados durante a instalação.

Ações Corretivas

- Usar ferramentas e dispositivos apropriados.
- Evitar impactos usando prensa.
- Sempre aplicar esforços de instalação ou remoção no anel onde irá ser aplicado o ajuste interferente, por exemplo, para instalação no eixo, aplicar a força no anel interno.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de roda de primeira geração.
- **Sintoma:** Marcas nas duas bordas da pista de rolagem.
- **Causa:** Esforços demasiados na instalação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Marcas nas duas bordas da pista de rolagem.
- **Causa:** Esforços demasiados na instalação.
- **Detalhe:** Ampliação demonstrando o amassamento do material.



- **Componente:** Esfera
- **Sintoma:** Marcas nas duas bordas da pista de rolagem.
- **Causa:** Esforços demasiados na instalação.

2. Riscos e impressões nas esferas e pistas

Ocorrência

- Quando as esferas apresentam riscos em sua superfície e as pistas de rolagem apresentam-se marcadas, durante a rolagem ocorrerá o aparecimento de um nível de ruído excessivo na aplicação, bem como o surgimento de vibração e aumento da temperatura de trabalho.

Prováveis Causas

- Penetração de impurezas ou contaminantes no interior do rolamento.
- Falta de aperto da porca de fixação do cubo da roda.
- Folga entre a face lateral do rolamento com o encosto (da articulação homocinética ou do cubo da roda) quando da instalação.

Ações Corretivas

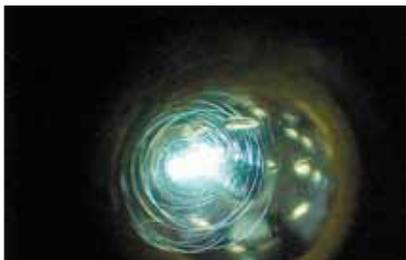
- Evitar o contato das peças com impurezas, reforçando os sistemas de vedação.
- Verificar os métodos de instalação de modo a evitar este deslocamento, lembrando que quando do aperto da porca do cubo de roda, seja verificado o torque de aperto, neste caso o torque é de aproximadamente 24 kgf/m.
- Adotar cuidados especiais quanto ao manuseio, instalação e armazenamento dos rolamentos.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Riscos cruzados ao longo da faixa de rolagem.
- **Causa:** Falta de aperto da porca de fixação do cubo de roda.



- **Componente:** Anel externo do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando desgaste.
- **Causa:** Contaminação do rolamento e/ou lubrificante por impurezas.



- **Componente:** Esfera
- **Sintoma:** Riscos em toda superfície.
- **Causa:** Folga entre a face lateral do rolamento com o encosto quando da instalação.



- **Componente:** Esferas.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando desgaste.
- **Causa:** Contaminação do rolamento e/ou lubrificante por impurezas.

2. Riscos e impressões nas esferas e pistas



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Riscos cruzados ao longo da faixa de rolagem que também está presente fora da pista.
- **Causa:** Falta de aperto da porca de fixação do cubo de roda.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Escamamento não contínuo ao longo da faixa de rolagem que está fora do posicionamento normal.
- **Causa:** Folga entre a face lateral do rolamento com o encosto quando da instalação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem que está presente fora da pista.
- **Causa:** Falta de aperto da porca de fixação do cubo de roda.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Escamamento contínuo da faixa de rolagem que está fora do posicionamento normal.
- **Causa:** Falta de aperto da porca de fixação do cubo de roda.

3. Escamamento a partir de uma trinca

Ocorrência

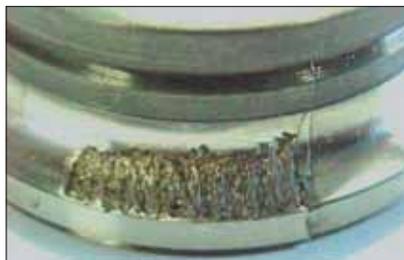
- Em virtude da alta dureza do aço do rolamento, seu material fica extremamente suscetível a trincas quando exposto a cargas de choque. Uma vez submetido a estes esforços, principalmente durante a instalação, a trinca que surgirá virá por findar a vida útil do rolamento e a rolagem dos elementos rolantes por estas irá desencadear em escamamento dos mesmos e das pistas.

Prováveis Causas

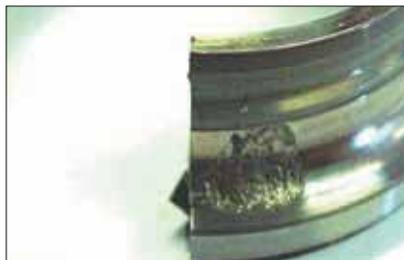
- Cargas de impacto excessivas durante a instalação, remoção ou mesmo durante a aplicação.

Ações Corretivas

- Reestudar os métodos de instalação e remoção sempre aplicando os esforços de instalação e/ou remoção no anel que está sendo instalado e/ou removido de modo uniforme, utilizando dispositivos, tais como buchas de instalação, que possam viabilizar uma instalação e remoção correta.
- Verificar se os rolamentos não estão trabalhando sob demasiados esforços e se o mesmo é adequado para tal aplicação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Escamamento a partir da trinca no anel.
- **Causa:** Cargas de impacto excessivas durante a instalação, remoção ou aplicação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Escamamento a partir da trinca no anel.
- **Causa:** Cargas de impacto excessivas durante a instalação, remoção ou aplicação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Escamamento a partir de uma trinca.
- **Causa:** Cargas de impacto excessivas durante a instalação ou aplicação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Escamamento a partir da trinca no anel.
- **Causa:** Cargas de impacto excessivas durante a instalação, remoção ou aplicação.

4. Escamamento por carga excessiva

Ocorrência

- Quando os rolamentos são submetidos a cargas acima do limite suportado ou cargas excessivas agravadas por outros fatores condicionantes, ocorrerá o amassamento das pistas e o surgimento de marcas que, na decorrência do processo de trabalho, apresentarão microtrincas e fissuras, desencadeando em escamamento das pistas de elementos rolantes.

Prováveis Causas

- Carga dinâmica excessiva aplicada ao rolamento.
- Errônea disposição axial dos rolamentos.

Ações Corretivas

- Verificar se as condições de trabalho dos rolamentos não são severas demais e se as peças são adequadas para tal aplicação.
- Verificar os métodos de instalação principalmente quanto à disposição axial dos rolamentos.



- **Componente:** Anel externo do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Escamamento da pista em zona de carga.
- **Causa:** Carga radial excessiva aplicada ao rolamento.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Escamamento ao longo da pista de rolagem.
- **Causa:** Errônea disposição axial do rolamento ocasionando carga excessiva sobre anéis e roletes.



- **Componente:** Anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Escamamento ao longo da pista de rolagem.
- **Causa:** Carga radial excessiva aplicada ao rolamento.

4. Escamamento por carga excessiva



- **Componente:** Anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Escamamento a partir de marcas nas pistas, ocasionando um superaquecimento do conjunto.
- **Causa:** Cargas de impacto excessivas durante a instalação, remoção ou aplicação.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de dupla carreira de esferas de contato angular.
- **Sintoma:** Escamamentos pontuais sobre a pista de rolagem.
- **Causa:** Cargas de impacto durante a instalação ou aplicação.

5. Desgaste prematuro proporcionado por pré-carga

Ocorrência

- Quando os rolamentos são submetidos a tais esforços, ocorre o rompimento da película protetiva do lubrificante e o contato direto entre pistas e elementos rolantes tende a acarretar uma série de problemas à aplicação, tais como escamamento.

Prováveis Causas

- Errônea disposição axial dos rolamentos.
- Aperto excessivo quanto ao fechamento do conjunto.

Ações Corretivas

- Verificar os métodos de instalação principalmente quanto à disposição axial dos rolamentos. Durante a instalação dos rolamentos, o posicionamento axial dos rolamentos é de extrema importância e deve ser efetuado através do controle dos calços a serem dispostos de modo a adequar um fechamento do conjunto correto.



- **Componente:** Rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando desgaste prematuro, escamamento dos rolos, avaria na gaiola e sinais de travamento.
- **Causa:** Aperto excessivo quanto ao fechamento do conjunto.



- **Componente:** Anel interno do rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Escamamento ao longo da pista de rolagem.
- **Causa:** Aperto excessivo quanto ao fechamento do conjunto.



- **Componente:** Anel externo do rolamento de rolos cônicos (Capa).
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando desgaste prematuro.
- **Causa:** Aperto excessivo quanto ao fechamento do conjunto.



- **Componente:** Anel interno, gaiola e roletes do rolamento de rolos cônicos (Cone).
- **Sintoma:** Escamamento dos roletes e pista do anel interno.
- **Causa:** Aperto excessivo quanto ao fechamento do conjunto.

6. Oxidação

Ocorrência

- O contato dos rolamentos com umidade ou mesmo um contato direto com água gera uma reação química do oxigênio com o aço do rolamento, a qual denomina-se oxidação, que atua de forma corrosiva no material dos rolamentos e impossibilita a sua utilização.

Prováveis Causas

- Contaminação por umidade do lubrificante e/ou rolamento.

Ações Corretivas

- Evitar o contato dos rolamentos e/ou lubrificante com umidade e verificar as condições de vedação.
- Adotar cuidados especiais quanto ao manuseio, instalação e armazenamento dos rolamentos.



- **Componente:** Anel externo do rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando marcas de oxidação equidistantes.
- **Causa:** Contaminação por umidade.



- **Componente:** Rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Oxidação por toda superfície do rolamento com sinais evidentes de travamento e avaria na gaiola.
- **Causa:** Contaminação por umidade.



- **Componente:** Rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Oxidação por toda superfície do rolamento com sinais evidentes de travamento e avaria na gaiola.
- **Causa:** Contaminação por umidade.

6. Oxidação



- **Componente:** Anel externo do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando marcas de oxidação.
- **Causa:** Contaminação por umidade.



- **Componente:** Detalhe do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Oxidação na pista do anel interno.
- **Causa:** Contaminação por umidade.



- **Componente:** Anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Faixa de rolagem bem definida apresentando marcas de oxidação equidistantes.
- **Causa:** Contaminação por umidade.



- **Componente:** Rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Oxidação por toda superfície do rolamento.
- **Causa:** Contaminação por umidade.

7. Corrosão elétrica

Ocorrência

- A fuga de corrente que, de forma errônea, passa através do rolamento gera marcas, que determinam a inutilização dos rolamentos.

Prováveis Causas

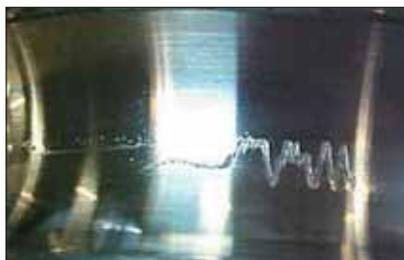
- Passagem de corrente elétrica pelas pistas e elementos rolantes.

Ações Corretivas

- Verificar a real causa que possa ter originado tal anormalidade, bem como checar os componentes elétricos direta ou indiretamente ligados aos rolamentos.



- **Componente:** Detalhe do anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Impressões na pista de rolagem.
- **Causa:** Passagem de corrente elétrica pelas pistas e elementos rolantes.



- **Componente:** Anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Impressões na pista de rolagem.
- **Causa:** Passagem de corrente elétrica pelas pistas e elementos rolantes.



- **Componente:** Anel externo e esfera do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Impressões na pista de rolagem e na esfera.
- **Causa:** Passagem de corrente elétrica pelas pistas e elementos rolantes.

8. Superaquecimento

Ocorrência

- O superaquecimento ocorre durante o trabalho, provocando a alteração na coloração da peça. A quebra ocorre pela alteração dimensional, redução da folga interna e conseqüentemente, ocorre travamento e a quebra da gaiola.

Prováveis Causas

- Falha de lubrificação.
- Excesso de carga (excesso de pré-carga).
- Alta rotação.
- Folga interna muito pequena.
- Entrada de água e contaminantes.

Ações Corretivas

- Reestudar o ajuste e a folga interna do rolamento.
- Lubrificar em volume adequado com o lubrificante adequado.
- Verificar a precisão do eixo e alojamento.
- Melhorar o método de instalação.



- **Componente:** Anéis interno e externo do fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Alteração na coloração.
- **Causa:** Falha na lubrificação - aplicação incorreta.



- **Componente:** Rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Sinais de deterioração do lubrificante e alteração na coloração.
- **Causa:** Rotação elevada - aplicação incorreta.



- **Componente:** Anel interno do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Sinais de deterioração do lubrificante e alteração na coloração.
- **Causa:** Penetração de contaminantes no interior do rolamento.

8. Superaquecimento



- **Componente:** Anel interno do rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Sinais de travamento e arraste de material.
- **Causa:** Pré-carregamento.



- **Componente:** Gaiola do rolamento de rolos cônicos.
- **Sintoma:** Rompimento.
- **Causa:** Pré-carregamento e travamento do giro.



- **Componente:** Anel interno e esferas do rolamento fixo de uma carreira de esferas.
- **Sintoma:** Sinais de travamento e arraste de material, bem como alteração na coloração e microestrutura do material.
- **Causa:** Rotação elevada - aplicação incorreta.



Para maiores informações entre em contato com um dos nossos escritórios.

NSK Brasil Ltda.

• **São Paulo - SP - Escritório Central**

Rua Treze de Maio, 1633 - 14º andar - Bela Vista
São Paulo - SP - CEP 01327-905
Fax: (0xx11) 3269-4715 / 3269-4720
Home Page: <http://www.nsk.com.br>

Unidade Automotivo

e-mail: automotivo@nsk.com
Automotivo: Comercial: (0xx11) 3269-4748
Engenharia: (0xx11) 3269-4729

Unidade Indústria

e-mail: marketing@nsk.com
Indústria: Comercial: (0xx11) 3269-4757
Distribuição: Comercial: (0xx11) 3269-4756
Engenharia: (0xx11) 3269-4772
Indústria Pesada: (0xx11) 3269-4761
Guias, Fusos e
Mecatrônicos: Comercial: (0xx11) 4744-2583
Engenharia: (0xx11) 4744-2584

• **Suzano - SP - Fábrica**

Av. Vereador João Batista Fitipaldi, 66 - Vila Maluf
Suzano - SP - CEP 08685-000
Tel: (0xx11) 4744-2500
Fax: (0xx11) 4744-2600

• **Belo Horizonte - MG - Filial**

Rua Ceará, 1431 - 4º andar - sala 405 - Funcionários
Belo Horizonte - MG - CEP 30150-311
e-mail: nsk-bhz@nsk.com
Tel: (0xx31) 3274-2591
Fax: (0xx31) 3273-4408

• **Joinville - SC - Filial**

Rua Blumenau, 178 - sala 910 - Centro
Joinville - SC - CEP 89204-250
e-mail: nsk-join@nsk.com
Tel: (0xx47) 3422-5445 / 3422-2239 / 3433-3627
Fax: (0xx47) 3422-2817

• **Porto Alegre - RS - Filial**

Av. Cristóvão Colombo, 1694 - sala 202 - Floresta
Porto Alegre - RS - CEP 90560-001
e-mail: nsk-poa@nsk.com
Tel: (0xx51) 3222-1324 / 3346-7851
Fax: (0xx51) 3222-2599

• **Recife - PE**

Av. Conselheiro Aguiar, 2738 - 6º andar - conj. 604
Boa Viagem - Recife - PE - CEP 51020-020
e-mail: nsk-rec@nsk.com
Tel: (0xx81) 3326-3781
Fax: (0xx81) 3326-5047

• **Buenos Aires - Argentina**

NSK Argentina
García del Río 2.477, piso 7, oficina A
C1429DEA, Buenos Aires, Argentina
Telefono: (54) 11 - 4704-5100
Lineas Rotativas: (54) 11 - 4704-0033

Distribuidor

Todos os direitos de propriedade total ou parcial desta edição são reservados à NSK Brasil Ltda.

É proibida a reprodução total ou parcial do conteúdo desta obra, por qualquer meio ou processo, sem permissão, por escrito, da NSK Brasil Ltda., e sem a citação da respectiva fonte. A violação dos direitos autorais (Lei no 9.610/98) é punível como crime estabelecido pelo artigo 184 e parágrafos do Código Penal Brasileiro, bem como pelos artigos 101 a 110 da Lei nº 9.610/98 de 19/02/1998, Lei dos Direitos Autorais.