

# NSK Bearing Doctor Diagnóstico Rápido de Ocorrências em Rolamentos

MOTION & CONTROL™  
**NSK**

Obtenha a Máxima Performance.



## NSK, sua provedora de soluções.

### Onde tem movimento, tem NSK.

A NSK é uma das líderes mundiais na fabricação de rolamentos e está presente nos 5 continentes com escritórios de vendas em 30 países e 64 fábricas pelo mundo. Há mais de 100 anos, a NSK tem cumprido o importante papel de produzir componentes de alta precisão e confiabilidade, provendo novas tecnologias e soluções que contribuem para o desenvolvimento da indústria mundial.



### Qualidade japonesa, fábrica brasileira

Presente no Brasil desde a década de 70, a NSK é fornecedora dos principais fabricantes automotivos e fabricantes industriais de diversos segmentos. Além da fábrica, localizada em Suzano/SP, a NSK possui atendimento próximo, dedicado e especializado nos segmentos de atuação para oferecer a melhor solução para a sua empresa.

### Tecnologia do grupo no Brasil

O BTC (Brazilian Technology Center) é especializado em análise de materiais de rolamentos e em prestação de serviços para a indústria. O Brasil foi escolhido para sediar um dos 14 centros tecnológicos espalhados pelo mundo pelo fato da filial brasileira fornecer seus rolamentos para grandes fabricantes de equipamentos industriais e fabricantes automotivos.

### Programa AIP: + Desempenho + Economia + Soluções

Através do AIP (Programa de Gerenciamento de Ativos) a NSK oferece à indústria nacional um conjunto de serviços sob medida que visa aumentar a produtividade e reduzir custos. Em 3 anos, o programa gerou mais de R\$ 3 milhões de economia para 250 empresas dos mais variados segmentos.



Este catálogo contém informações sobre o correto manuseio de rolamentos, instalação, lubrificação e manutenção de forma a prevenir falhas prematuras. Consulte o catálogo geral de rolamentos NSK para mais informações.

O rolamento torna-se inutilizável quando sofre falhas prematuras devido ao manuseio e procedimentos de manutenção inadequados. As falhas prematuras são completamente diferentes do escamamento, que é a saída de material pela fadiga do aço. Este catálogo será muito útil para determinar as causas e as ações corretivas para evitar as falhas prematuras.



## NSK Bearing Doctor - Índice

Tópico	Pág.	Tópico	Pág.
1. Introdução	4	7. Ocorrências e ações corretivas	10
2. Manuseio de rolamentos	4	7.1 Escamamento	11
2.1 Precauções no manuseio	4	7.2 Descascamento	13
2.2 Instalação	4	7.3 Arranhadura	14
2.3 Verificações durante a operação	4	7.4 Escoregamento	16
3. Manutenção do rolamento	6	7.5 Fraturas	18
4. Inspeções e ações corretivas	6	7.6 Trincas	19
4.1 Ruído	6	7.7 Gaiolas danificadas	21
4.2 Vibração	6	7.8 Impressões	23
4.3 Temperatura	6	7.9 Pitting	24
4.4 Objetos da lubrificação	6	7.10 Desgaste	25
4.5 Métodos de lubrificação	6	7.11 Corrosão por contato 7.12	26
4.6 Reposição e troca de lubrificante	8	Falso brinel	27
5. Inspeções do rolamento	8	7.13 Deslizamento	28
6. Marcas de trabalho e carga aplicada	9	7.14 Superaquecimento 7.15	29
		Corrosão elétrica 7.16 Oxidação e	30
		corrosão 7.17 Falha de instalação	31
		7.18 Alteração na coloração	32
			33
		Apêndice – Tabela de diagnóstico rápido	34

# 1. Introdução

Quando um rolamento se danifica durante a operação, a máquina ou equipamento pode travar ou ter um mal funcionamento por completo. Desde falhas prematuras de rolamentos ou problemas inesperados, é importante ser capaz de identificar e prever a falha, para que sejam adotadas medidas preventivas.

Geralmente, a inspeção do rolamento pode identificar as causas do problema. Frequentemente, as causas são atribuídas a falhas na lubrificação, manuseio inadequado, seleção errada do rolamento, ou descuido durante o projeto do 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 lubrificação e instalação e ainda, analisando-se cuidadosamente a peça danificada.

Algumas vezes, os rolamentos são danificados e falham rápida e inesperadamente. Como a falha prematura é diferente da falha por fadiga que ocorre por escamamento, podemos separar a vida dos rolamentos em dois grupos: falhas prematuras e falhas normais pela fadiga do aço.

## 2. Manuseio de rolamentos

### 2.1 Precauções no manuseio

Como rolamentos são considerados componentes de alta precisão, eles devem ser manuseados com cuidado. Mesmo que sejam rolamentos de alta qualidade, a vida esperada e sua performance podem não ser atingidas se forem usados inadequadamente. As precauções a seguir devem ser observadas:

#### 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 sujeira deixando os rolamentos e o ambiente o mais limpo possível.

#### 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.

#### ③ Uso de ferramental adequado

Use sempre ferramental adequado quando for manusear rolamentos.

#### ④ 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.

### 2.2 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. limpar o rolamento e componentes a ele agregados;
2. verifique as dimensões e o estado de acabamento das partes agregadas;
3. siga os procedimentos de instalação;
4. verifique se o rolamento está montado corretamente;
5. coloque o lubrificante correto na quantidade exata.

### 2.3 Verificações durante a operação

Após a instalação do rolamento, é importante fazer um teste para confirmar se o rolamento está adequadamente instalado. A tabela 2.1 indica o método para o teste de operação. Se forem constatadas irregularidades suspenda o teste imediatamente e consulte a tabela 2.2, que indica as correções apropriadas para cada ocorrência.



Tabela 2.1 Verificações durante a operação

Porte da máquina	Procedimento de operação	Verifique as condições do rolamento
Máquinas pequenas	Operação manual. Gire o rolamento manualmente. Se nenhum problema for detectado, então prossiga a operação da máquina.	Suavidade de giro. Torque desigual durante o giro (instalação incorreta). Torque excessivo (erro de instalação ou folga interna insuficiente).
	Operação normal. Inicialmente ligue a máquina em baixa velocidade e sem carga, gradualmente aumente a velocidade e a carga de operação.	Verifique ruídos irregulares, aumento de temperatura, vazamento de lubrificante e alteração na coloração.
Máquinas grandes	Operação em vazio. Ligue a máquina e permita que a mesma rode suavemente. Desligue a máquina e permita que o rolamento tenha uma parada livre. Se não forem detectadas nenhuma irregularidade, então prossiga o teste com carga.	Vibração. Ruído, etc.
	Operação normal. Igual às máquinas pequenas.	Siga os mesmos itens das máquinas pequenas.

Tabela 2.2 Causas e contramedidas para as ocorrências anormais de operação

Irregularidades		Possíveis causas	Contramedidas
Ruído	Alto som metálico	Carga anormal	Corrigir o ajuste, estudar a folga do rolamento, ajustar a pré-carga, corrigir a posição do encosto no alojamento, etc.
		Instalação incorreta	Melhorar o método de instalação, melhorar a posição na instalação e a precisão de usinagem do eixo e alojamento.
		Lubrificante em falta ou inadequado	Relubrificar, selecionar um lubrificante adequado.
		Contato indevido das partes girantes	Corrigir a parte em contato como, por exemplo, nos anéis de labirinto.
	Alto som constante	Impressões, oxidação ou escoriações na pista	Substituir o rolamento, limpar as peças conjugadas, melhorar o sistema de vedação, usar lubrificante limpo.
		Cavidade	Substituir o rolamento, tomar cuidado no manuseio.
		Escamamento	Substituir o rolamento.
	Som inconstante	Jogo excessivo	Estudar a folga do rolamento e o ajuste, corrigir a pré-carga.
		Penetração de partículas estranhas	Estudar a substituição do rolamento, limpar as peças conjugadas, melhorar o sistema de vedação, usar lubrificante limpo.
Escamamento nas esferas		Substituir o rolamento.	
Aumento anormal de temperatura		Lubrificante em excesso	Reduzir o lubrificante para o volume adequado, selecionar graxa com maior consistência.
		Lubrificante em falta ou inadequado	Relubrificar, selecionar um lubrificante adequado.
		Carga Anormal	Corrigir o ajuste, estudar a folga do rolamento, ajustar a pré-carga, corrigir a posição do encosto no alojamento.
		Instalação Incorreta	Melhorar o método de instalação, melhorar a posição na instalação e a precisão de usinagem do eixo e alojamento.
		Deslizamento da superfície de ajuste, atrito excessivo do sistema de vedação	Substituir o rolamento, rever o ajuste, corrigir o eixo e o alojamento, alterar o tipo de vedação.
Vibração excessiva (giro oscilante do eixo)		Cavidade	Substituir o rolamento, tomar cuidado no manuseio.
		Escamamento	Substituir o rolamento.
		Instalação incorreta	Corrigir o perpendicularismo das laterais do espaçador e do encosto no eixo e alojamento.
		Penetração de partículas estranhas	Substituir o rolamento, limpar as peças conjugadas, melhorar o sistema de vedação.
Vazamento ou alteração na cor do lubrificante		Lubrificante em excesso, entrada de partículas estranhas, ocorrência ou entrada de partículas do desgaste	Adequar o volume de lubrificante, estudar a seleção e a alteração do lubrificante, estudar a substituição do rolamento, limpeza do alojamento, etc.

## 3. Manutenção do rolamento

Periodicamente, recomendamos inspecionar os rolamentos e manter suas condições em ordem para maximizar sua vida. Recomendamos os procedimentos abaixo:

### 1 Inspeção em condições de operação

Para determinar o período de substituição dos rolamentos e intervalos para relubrificação, investigar as propriedades do lubrificante e considerar fatores como temperatura de operação, vibração e ruído dos rolamentos (veja o item 4 para maiores detalhes).

### 2 Inspeção do rolamento

Esteja certo de investigar o rolamento durante os períodos de inspeção da máquina e substituição de peças. Verifique as condições da pista, determine se existem danos, confirme se o rolamento pode ser "reutilizado" ou deve ser substituído (veja o item 5 para maiores detalhes).

## 4. Inspeções e ações corretivas

Ruído do rolamento, vibração, temperatura e estado do lubrificante são alguns dos itens a serem considerados durante a operação. Veja a tabela 2.2 se alguma anormalidade for detectada.

### 4.1 Ruído de rolamento

Durante a operação, instrumentos de detecção de ruído (estetoscópio etc.) podem ser usados para determinar as características do ruído.

### 4.2 Vibração do rolamento

Irregularidades nos rolamentos podem ser analisadas através da medição de vibrações de uma máquina em operação. O analisador de espectro de frequência é usado para medir a magnitude da vibração e a distribuição das frequências. Os resultados dos testes determinam as causas da irregularidade. Os valores encontrados variam de acordo com as condições de operação dos rolamentos e do ponto onde a vibração é medida. Deste modo, o método necessita de procedimentos padrões para cada máquina.

### 4.3 Temperatura do rolamento

Geralmente a temperatura do rolamento pode ser estimada pela temperatura da superfície externa do alojamento, mas é recomendável que se obtenha esta medição diretamente sobre a superfície externa do anel externo por meio de uma sonda enviada através do furo de lubrificação.

A temperatura do rolamento aumenta gradualmente depois da partida. Até atingir a temperatura normal de operação, leva de uma a duas horas. A temperatura de operação do rolamento depende da carga, da rotação e das propriedades de transferência de calor da máquina. Lubrificação insuficiente ou instalação imprópria podem causar um rápido aumento de temperatura. Neste caso, pare a máquina e aplique a ação corretiva apropriada.

### 4.4 Objetivos da lubrificação

Os objetivos da lubrificação são a redução do atrito e do desgaste interno que pode causar falha prematura. A correta lubrificação fornece os seguintes benefícios:

#### 1 Redução do atrito e desgaste

O contato metálico entre os anéis, corpos rolantes e gaiola, os quais são os componentes básicos, são protegidos por uma película de óleo que reduz o atrito e o desgaste nas áreas de contato.

#### 2 Prolongamento da vida de fadiga

A vida de fadiga dos rolamentos depende da viscosidade e espessura do filme entre as superfícies de contato. Uma grande espessura do filme prolonga a vida à fadiga, mas é reduzida se a viscosidade do óleo for muito baixa de forma que a espessura do filme seja insuficiente.

#### 3 Dissipação de calor do atrito e resfriamento

O método de lubrificação, como o de circulação de óleo evita a deterioração do óleo lubrificante e previne o aquecimento do rolamento, resfriando e dissipando através do óleo, o calor originado no atrito ou o calor de origem externa.

#### 4 Vedação e proteção a oxidação

A lubrificação adequada pode também prevenir a entrada de materiais estranhos e proteger contra a oxidação e corrosão.

## 4.5 Métodos de lubrificação

Os métodos de lubrificação dos rolamentos são divididos em duas categorias: Lubrificação a graxa e lubrificação a óleo. O método de lubrificação é adotado dependendo das condições de aplicação e do propósito da aplicação em ordem de atingir melhor desempenho do rolamento. A tabela 4.1 mostra uma comparação entre graxa e óleo.

Tabela 4.1 Comparação entre graxa e óleo

Item	Lubrificação a graxa	Lubrificação a óleo
Configuração de alojamento e sistema de vedação	Simplificada.	Torna-se um pouco complexa e necessita de cuidados na manutenção.
Velocidade de rotação	O limite permissível é de 65~80% da lubrificação a óleo.	Aplicável também em altas rotações.
Trabalho de resfriamento Efeito de resfriamento	Não tem.	Permite retirar o calor com eficiência (como no método de circulação do óleo)
Fluidez	Inferior.	Muito bom.
Substituição do lubrificante	Um pouco complexa.	Relativamente fácil.
Filtragem de impurezas	Difícil.	Fácil.
Sujeira por vazamento	Reduzido.	Inadequado para locais em que não pode haver contaminação.

## 1 Lubrificação a graxa

Graxa é um lubrificante composto por óleo, espessante e aditivos. É necessário selecionar uma graxa compatível com condições de aplicação do rolamento. Existem grandes diferenças no desempenho, mesmo entre duas graxas similares de fabricantes diferentes. A tabela 4.2 mostra exemplos de aplicações e consistência da graxa.

## 2 Lubrificação a óleo

Existem muitos métodos de lubrificação a óleo: banho de óleo, gotejamento, salpico, circulação, jato de óleo, névoa e óleo e ar. A lubrificação a óleo é mais compatível com altas velocidades e temperaturas elevadas do que a lubrificação a graxa. A lubrificação a óleo é especialmente efetiva em casos em que é necessário a dissipação de calor para o exterior. Esteja certo de selecionar o óleo lubrificante que tenha viscosidade compatível com a temperatura de operação do rolamento. Geralmente um óleo com baixa viscosidade é utilizado para aplicações em alta velocidade enquanto um óleo com alta viscosidade é usado para aplicações com alta carga. Para condições normais de aplicação, a tabela 4.3 indica a viscosidade compatível com a temperatura de aplicação.

A figura 4.1 mostra a relação entre a temperatura e a viscosidade para lubrificação a óleo. A tabela 4.4 fornece exemplos de como selecionar o óleo lubrificante para diferentes condições de aplicação.

Tabela 4.3 Viscosidade requerida por tipo de rolamento

Tipo de Rolamento	Viscosidade à temperatura de operação
Rolamentos de esferas, Rolamentos de rolos cilíndricos	acima de 13 mm <sup>2</sup> /s
Rolamentos de rolos cônicos, Rolamentos de rolos esféricos	acima de 20 mm <sup>2</sup> /s
Rolamentos axiais de rolos esféricos	acima de 32 mm <sup>2</sup> /s

obs.: 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt (centi-Stokes)

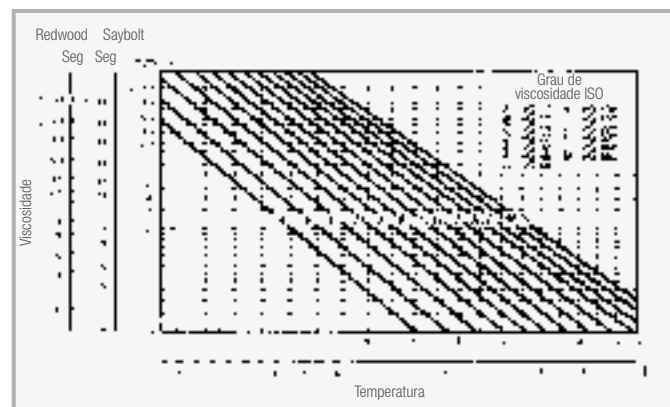


Figura 4.1 Relação entre viscosidade e temperatura

Tabela 4.2 Exemplos de aplicações e consistência da graxa

Grau de consistência	#0	#1	#2	#3	#4
Consistência (1/10 mm)	385~355	340~310	295~265	250~220	205~175
Aplicação	- Para lubrificação centralizada a graxa - Para aplicações com facilidade de ocorrerem arranhaduras	- Para lubrificação centralizada - Para baixa temperatura - Para aplicações com facilidade de ocorrerem arranhaduras	- Uso genérico - Para rolamentos blindados ou vedados	- Uso genérico - Para altas temperaturas - Para rolamentos blindados ou vedados	- Alta temperatura - Onde graxa é usada como selo

Tabela 4.4 Seleção do óleo lubrificante para diferentes condições de aplicação

Temperatura de óleo	Velocidade	Carga leve ou normal	Carga pesada ou choques
-30 ~ 0°C	Abaixo do limite de rotação	ISO VG 15, 22, 32 (óleo refrigerante)	-
0~50°C	Abaixo de 50% do limite de rotação	ISO VG 32, 46, 68 (óleo turbina, óleo para rolamento)	ISO VG 46, 68, 100 (óleo turbina, óleo para rolamento)
	Entre 50% e 100% do limite de rotação	ISO VG 15, 22, 32 (óleo turbina, óleo para rolamento)	ISO VG 22, 32, 46 (óleo turbina, óleo para rolamento)
	Acima do limite de rotação	ISO VG 10, 15, 22 (óleo para rolamento)	-
50~80°C	Abaixo de 50% do limite de rotação	ISO VG 100, 150, 220 (óleo para rolamento)	ISO VG 150, 220, 320 (óleo para rolamento)
	Entre 50% e 100% do limite de rotação	ISO VG 46, 68, 100 (óleo turbina, óleo para rolamento)	ISO VG 68, 100, 150 (óleo turbina, óleo para rolamento)
	Acima do limite de rotação	ISO VG 32, 46, 68 (óleo turbina, óleo para rolamento)	-
80~110°C	Abaixo de 50% do limite de rotação	ISO VG 320, 460 (óleo para rolamento)	ISO VG 460, 680 (óleo para rolamento, óleo para transmissões)
	Entre 50% e 100% do limite de rotação	ISO VG 150, 220 (óleo para rolamento)	ISO VG 220, 320 (óleo para rolamento)
	Acima do limite de rotação	ISO VG 68, 100 (óleo turbina, óleo para rolamento)	-

Notas:

1. Como limite de velocidade, use o valor tabelado no catálogo Geral de Rolamentos NSK.
2. Óleo refrigerante (JIS K2211), óleo para rolamento (JIS K2239), óleo turbina (JIS K2213), óleo para transmissões (JIS K2219).
3. Para temperaturas (mostradas na tabela acima), próximas aos limites superiores são recomendados óleos de alta viscosidade.

## 4.6 Reposição e troca de lubrificante

### 1 Intervalos de reposição de graxa

Com o passar do tempo a graxa se deteriora e a ação lubrificante se degrada. Esteja certo de repor a graxa nos intervalos corretos. Os intervalos de reposição da graxa dependem de fatores como tipo do rolamento, dimensões e velocidade de rotação. A figura 4.2 mostra os intervalos aproximados para reposição de graxa em função do tempo de operação e velocidade de rotação. Como regra geral, o intervalo de reposição da graxa deve ser reduzido à metade para cada 15°C acima de 70°C.

### 2 Intervalos de troca de óleo

Os intervalos de troca de óleo dependem das condições de operação e da quantidade de óleo. De modo geral, para temperaturas de operação abaixo de 50°C e em ambientes limpos, o intervalo de troca é de um ano. Se a temperatura do óleo for acima de 100°C, o óleo deve ser trocado no mínimo a cada 3 meses.

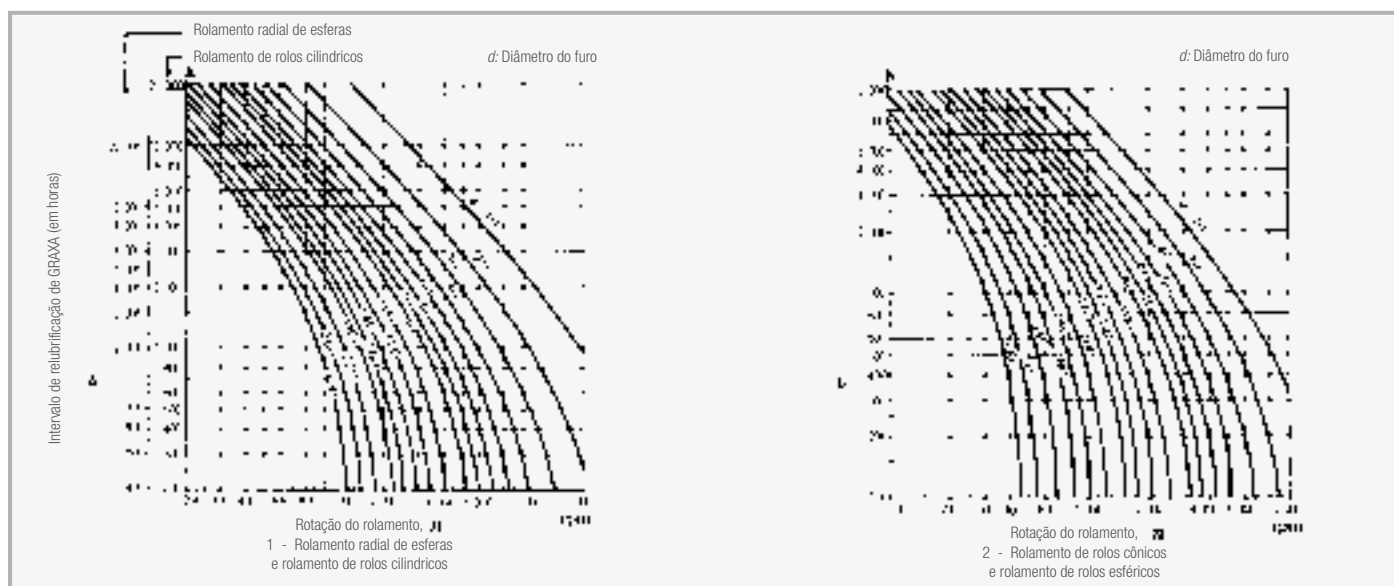


Figura 4.2 Intervalos de reposição da graxa

## 5. Inspeção do rolamento

O rolamento removido para inspeção, primeiramente, deve ter o aspecto visual registrado e o volume residual do lubrificante verificado. Após recolhida a amostra do lubrificante para análise, o rolamento deve ser lavado. Em geral, são usados como fluido de limpeza o querosene e óleos leves. A limpeza dos rolamentos removidos deve ser efetuada em duas fases: limpeza preliminar e limpeza final. Cada um dos tanques deve ter uma tela metálica ou equivalente, para apoiar os rolamentos e evitar o contato destes com a sujeira do fundo do tanque. Na limpeza preliminar é necessário tomar muito cuidado, pois se o rolamento for girado com partículas estranhas, podem ocorrer escoriações na superfície de rolagem. No banho da limpeza preliminar, a graxa lubrificante e outros resíduos devem ser removidos mediante o emprego de meios como a escova e, após relativamente limpos, são passados para a limpeza final.

O trabalho da limpeza final deve ser efetuada com cuidado, girando o rolamento imerso no fluido de limpeza. É bom lembrar que o fluido de limpeza deve ser mantido sempre limpo.

Os rolamentos, após serem muito bem limpos, são examinados para avaliar a possibilidade ou não da reutilização.

A inspeção minuciosa deve verificar a existência ou não de anormalidades e danos como: a redução na precisão dimensional, o aumento da folga interna do rolamento, o estado de desgaste da gaiola, o estado da superfície de ajuste, da superfície de rolagem, da superfície dos corpos rolantes, entre outros.

Os tipos não separáveis como os rolamentos de esferas, quando de menor porte, permitem confirmar a suavidade no giro, mantendo o anel interno na horizontal em uma das mãos e girando o anel externo.

Os rolamentos separáveis como o de rolos cônicos, permitem a verificação dos corpos rolantes e a pista do anel externo individualmente. Os rolamentos de maior porte, por não permitirem o giro manual, devem ser verificados com atenção, o aspecto visual dos corpos rolantes, a superfície da pista, a gaiola e a superfície de contato no rebordo. Quanto maior for o nível de importância do rolamento, maior deverá ser a seriedade dos exames. A avaliação, quanto a possibilidade ou não da reutilização, deve ser efetuada somente após considerar o grau de danos, a capacidade da máquina, o grau de importância, as condições de trabalho e o intervalo de tempo até a próxima inspeção. Entretanto, se qualquer dos seguintes defeitos forem observados, a reutilização do rolamento é inviabilizada, sendo necessária a substituição por uma peça nova:

(a) Quando houver trincas ou lascados no anel interno, no anel externo, nos corpos rolantes ou na gaiola.

(b) Quando houver escamamento na pista ou nos corpos rolantes.



(c) Quando houver arranhadura significativa na pista, no rebordo ou nos corpos rolantes.

(d) Quando o desgaste da gaiola for significativo ou os rebites estiverem soltos.

(e) Quando houver oxidação ou escoriações na superfície da pista ou dos corpos rolantes.

(f) Quando houver impressões ou marcas de impacto significativas na superfície da pista ou dos corpos rolantes.

(g) Quando houver deslizamento significativo na superfície do furo ou na superfície do anel externo.

(h) Quando houver alteração significativa na cor devido ao calor.

(i) Quando houver danos significativos nas placas de blindagem ou de vedação.

## 6. Marcas de trabalho e cargas aplicadas

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 carga, e devem ser observadas cuidadosamente quando o rolamento é desmontado.

Se os traçados estão claramente definidos é possível determinar, se o rolamento foi submetido à carga radial, axial ou de momento. Também a circularidade do rolamento pode ser determinada. Verificar se cargas inesperadas ou erros de instalação ocorreram. Também determinar a provável causa do dano no rolamento.

A **figura 6.1** mostra as marcas de trabalho gerados nos rolamentos fixos de uma carreira de esferas sob vários tipos de carga. A **figura 6.1 (a)** mostra o traçado mais comum gerado quando o anel interno gira somente com carga radial. As **figuras 6.1 (e)** até **6.1 (h)** mostram diversos tipos de carregamentos e a redução da vida como um dos seus efeitos adversos.

A **figura 6.2** mostra diferentes tipos de marcas de trabalho para rolamentos de rolos: **figura 6.2 (j)** mostra as marcas de trabalho do anel externo quando é aplicada uma carga radial a um rolamento de rolos cilíndricos com carga e giro no anel interno. A **figura 6.2 (l)** mostra as marcas de trabalho no caso do eixo com inclinação entre os anéis interno e externo. Este desalinhamento leva a geração de faixa ligeiramente escura na direção da largura. As marcas são diagonais no começo e no final da zona de carga. Para rolamentos de rolos cônicos de dupla carreira onde, na rotação do anel interno, a **figura 6.2 (k)** mostra as marcas de trabalho sobre o anel externo sob carga radial enquanto a **figura 6.2 (i)** mostra as marcas de trabalho no anel externo com carga axial. Quando existe o desalinhamento entre o anel interno e externo, então a aplicação de uma carga radial provocará o aparecimento das marcas de trabalho no anel externo como mostrado na **figura 6.2 (m)**.

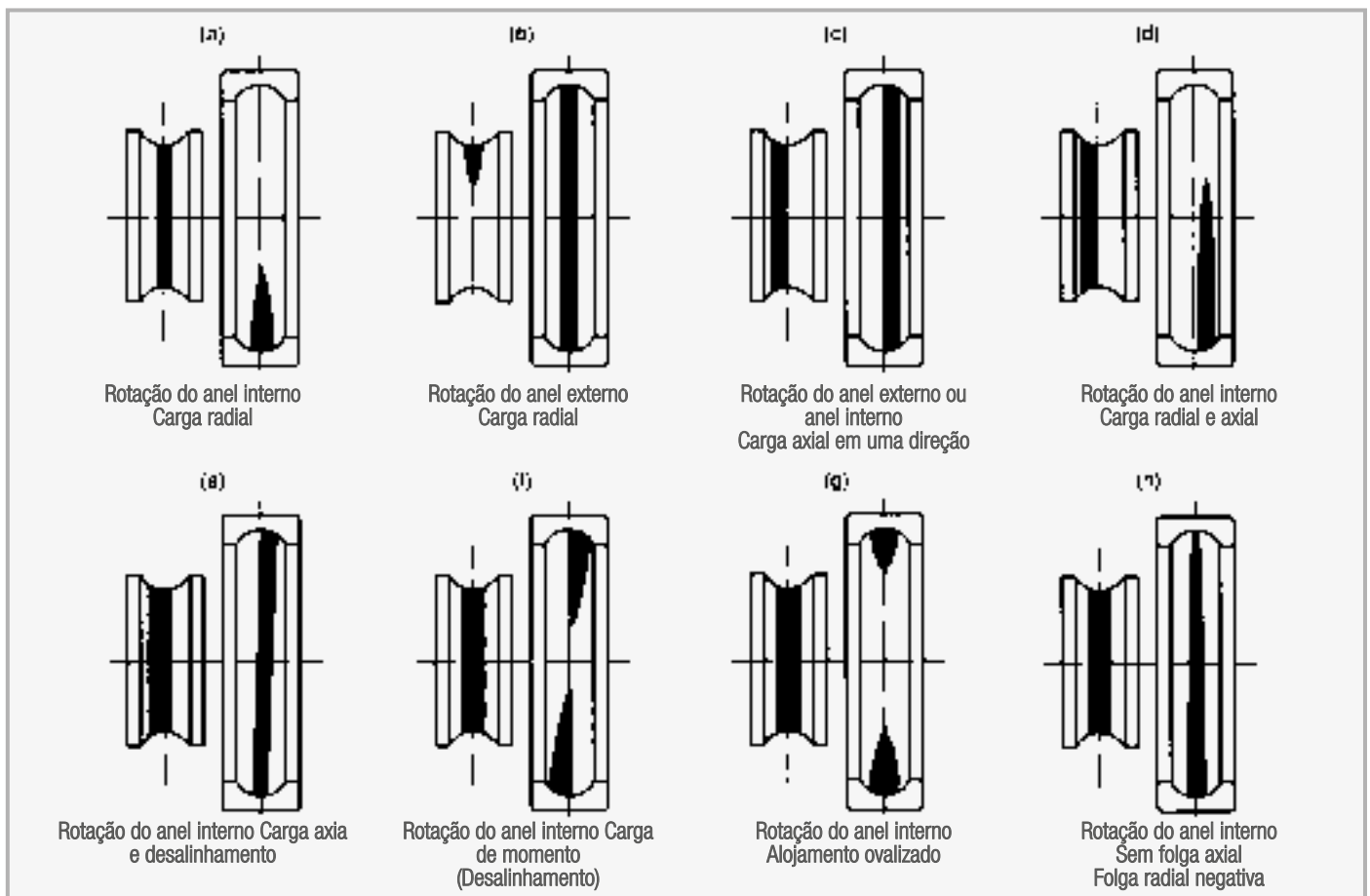
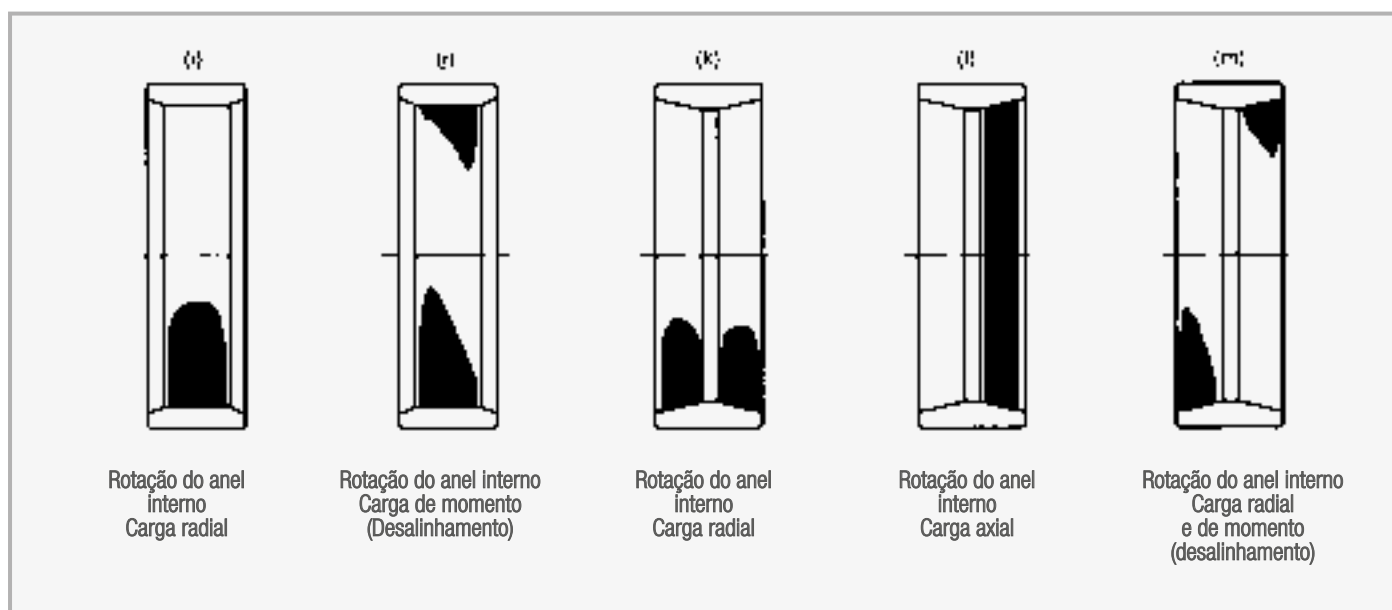


Figura 6.1

Figura 6.2



## 7. Ocorrências nos rolamentos e ações corretivas

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 denominadas de quebras ou acidentes que na sua grande maioria têm como causas: a falta de cuidados quanto a instalação, utilização e lubrificação; a penetração de partículas estranhas do exterior e a falta ao considerar a influência do calor no eixo e alojamento.

Ao avaliar uma ocorrência no rolamento, por exemplo, a ocorrência de arranhadura no rebordo do anel de rolamento de rolos, pode ser considerado como provável causa desta: a lubrificação insuficiente ou inadequada; a deficiência do sistema de relubrificação; a penetração de partículas estranhas; desvio de instalação; flexão excessiva do eixo; ou a combinação destes.

Assim, examinando somente a peça que apresentou problema, é difícil determinar a sua verdadeira causa. Entretanto, se for do conhecimento, a máquina onde o rolamento é usado, as condições de trabalho, a configuração dos conjugados e se as situações anterior e posterior ao da ocorrência estiverem claras, o estado do rolamento danificado pode ser inter-relacionado a várias causas que, ponderadas, possibilitarão a prevenção contra a reincidência de ocorrências semelhantes.

As seções 7.1 até 7.18 fornecem exemplos de ocorrências em rolamentos e suas prováveis ações corretivas. Por favor, consulte esta seção quando estiver tentando determinar as causas de ocorrências no rolamento.

## 7.1 Escamamento

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Quando um rolamento gira com carga, ocorre a saída de material pela fadiga do aço nas superfícies dos elementos rolantes ou nas superfícies das pistas dos anéis interno e externo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga excessiva.</li> <li>• Falha de instalação (desalinhamento).</li> <li>• Carga de momento.</li> <li>• Contaminação por partículas ou por água.</li> <li>• Lubrificação deficiente, lubrificante inadequado.</li> <li>• Folga não apropriada.</li> <li>• Deficiência na precisão do eixo e do alojamento.</li> <li>• Consequência da oxidação em paradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconfirmar a especificação do rolamento e checar as condições de carga.</li> <li>• Melhorar o sistema de instalação.</li> <li>• Melhorar o método de vedação, prevenir a oxidação durante as paradas.</li> <li>• Utilizar lubrificantes com viscosidade adequada, melhorar o método de lubrificação.</li> <li>• Checar a precisão do eixo e alojamento.</li> <li>• Checar a folga interna do rolamento</li> </ul>



Foto 7-1-1

**Componente:** Anel interno de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Escamamento em metade da circunferência da pista.

**Causa:** Lubrificação deficiente gerada pela entrada de fluido de corte no interior do rolamento.



Foto 7-1-2

**Componente:** Anel interno de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Escamamento ao longo da pista.

**Causa:** Desalinhamento na instalação.



Foto 7-1-3

**Componente:** Anel interno de rolamento fixo de uma carreira de esferas.

**Sintoma:** Escamamento na pista no intervalo das esferas.

**Causa:** Impactos na instalação.



Foto 7-1-4

**Componente:** Anel interno de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Escamamento na pista nos intervalos das esferas.

**Causa:** Impactos na instalação.

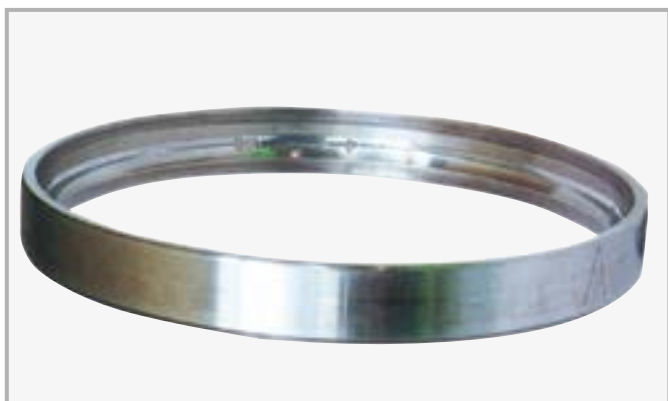


Foto 7-1-5

**Componente:** Anel externo da foto 7-1-4.

**Sintoma:** Escamamento na pista nos intervalos das esferas.

**Causa:** Impactos na instalação.

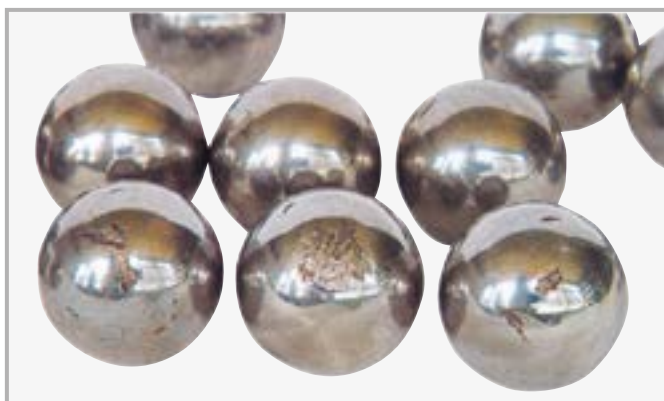


Foto 7-1-6

**Componente:** Esferas da foto 7-1-4.

**Sintoma:** Escamamento na superfície das esferas.

**Causa:** Impactos na instalação.



Foto 7-1-7

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Escamamento em apenas uma carreira.

**Causa:** Carga axial excessiva.

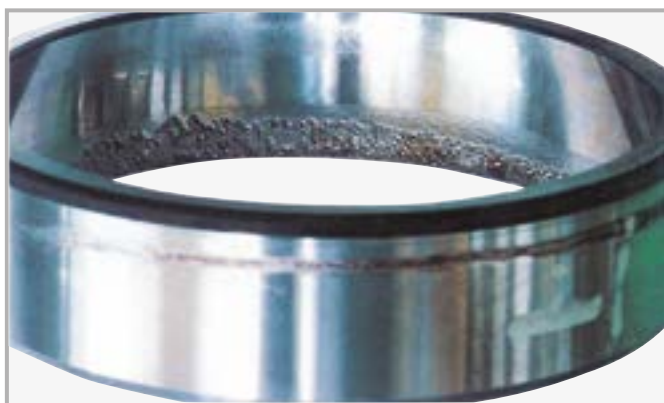


Foto 7-1-8

**Componente:** Anel externo da foto 7-1-7.

**Sintoma:** Escamamento em somente uma faixa de rolagem.

**Causa:** Carga axial excessiva.



Foto 7-1-9

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Escamamento em apenas uma carreira.

**Causa:** Lubrificação deficiente.



Foto 7-1-10

**Componente:** Rolos de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Escamamento prematuro ocorrido axialmente sobre a superfície dos rolos.

**Causa:** Instalação inadequada.

## 7.2 Descascamento (peeling)

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Pequenos pontos aparecem na superfície das pistas e elementos rolantes. Com o desprendimento do material, surgirá posteriormente, o escamamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrificante inadequado.</li> <li>• Contaminação por partículas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar lubrificante apropriado.</li> <li>• Melhorar os mecanismos de vedação.</li> </ul>



Foto 7-2-1

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Ao longo do centro da pista ocorre descascamento

**Causa:** Lubrificação deficiente.



Foto 7-2-2

**Componente:** Ampliação da foto 7-2-1.



Foto 7-2-3

**Componente:** Rolamento autocompensador de rolos da foto 7-2-1.

**Sintoma:** O descascamento ocorreu no centro da superfície de rolamento de rolos.

**Causa:** Lubrificação deficiente.



Foto 7-2-4

**Componente:** Anel externo de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** O descascamento ocorreu próximo à borda.

**Causa:** Lubrificação deficiente.



## 7.3 Arranhadura

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na superfície da pista e dos corpos rolantes.</li> <li>• Em forma espiral, na pista do rolamento axial de esferas</li> <li>• Na face lateral do rolo e na face de guia do rebordo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiência na lubrificação quando da partida; consistência de graxa muito alta; aceleração de partida muito alta.</li> <li>• Os anéis não estão paralelos; velocidade de giro excessiva.</li> <li>• Deficiência na lubrificação; deficiência na instalação; excessiva carga axial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar graxa menos consistente; evitar aceleração repentina.</li> <li>• Correção da instalação; adequar a pré-carga; selecionar o tipo mais adequado de rolamento.</li> <li>• Selecionar o lubrificante adequado; corrigir a instalação.</li> </ul>



Foto 7-3-1

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Arranhadura sobre a face do rebordo do anel interno.

**Causa:** Escorregamento do rolo por acelerações e desacelerações repentinas.



Foto 7-3-2

**Componente:** Rolos do rolamento da foto 7-3-1.

**Sintoma:** Arranhadura nos rolos e faces.

**Causa:** Escorregamento do rolo por acelerações e desacelerações repentinas.



Foto 7-3-3

**Componente:** Anel interno de rolamento de rolos cônicos.

**Sintoma:** Arranhadura na face do rebordo do anel interno.

**Causa:** Partículas oriundas do desgaste misturadas ao lubrificante e rompimento do filme lubrificante devido ao excesso de carga.



Foto 7-3-4

**Componente:** Rolos de um rolamento de dupla carreira de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Arranhadura na face da lateral do rolo.

**Causa:** Lubrificação deficiente e carga axial excessiva.

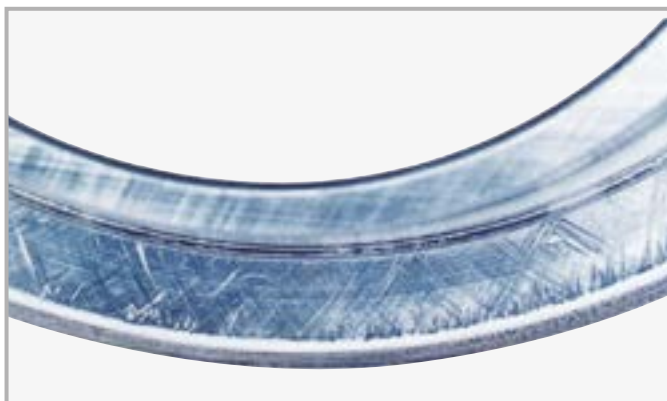


Foto 7-3-5

**Componente:** Anel interno de rolamento axial autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Arranhadura na face do rebordo do anel interno.

**Causa:** Impurezas que são arrastadas da superfície e excesso de carga axial.



Foto 7-3-6

**Componente:** Rolos do rolamento da foto 7-3-5.

**Sintoma:** Arranhadura na face do rebordo do anel interno.

**Causa:** Impurezas que são arrastadas da superfície e excesso de carga axial.



Foto 7-3-7

**Componente:** Gaiola de rolamento fixo de uma carreira de esferas.

**Sintoma:** Arranhadura no bolso da gaiola.

**Causa:** Penetração de impurezas.

## 7.4 Escorregamento

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Escorregamento é a danificação da superfície das pistas e elementos rolantes provocados pelo rompimento do filme de lubrificação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta velocidade e baixa carga.</li> <li>• Acelerações e desacelerações repentinas.</li> <li>• Lubrificante inadequado.</li> <li>• Entrada de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar a pré-carga.</li> <li>• Otimizar a folga.</li> <li>• Utilizar lubrificantes com viscosidade adequada.</li> <li>• Melhorar o método de lubrificação.</li> <li>• Melhorar os mecanismos de vedação.</li> </ul>



Foto 7-4-1

**Componente:** Anel interno de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Escorregamento ocorreu circunferencialmente na superfície da pista.

**Causa:** Escorregamento dos rolos por excesso de graxa.

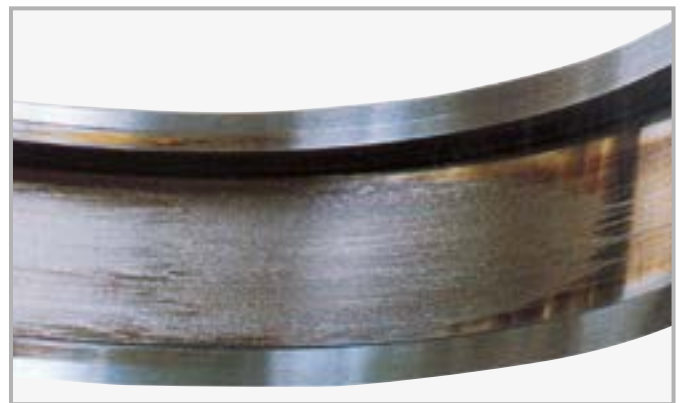


Foto 7-4-2

**Componente:** Anel externo do rolamento da foto 7-4-1.

**Sintoma:** Escorregamento ocorreu circunferencialmente na superfície da pista.

**Causa:** Escorregamento dos rolos por excesso de graxa.

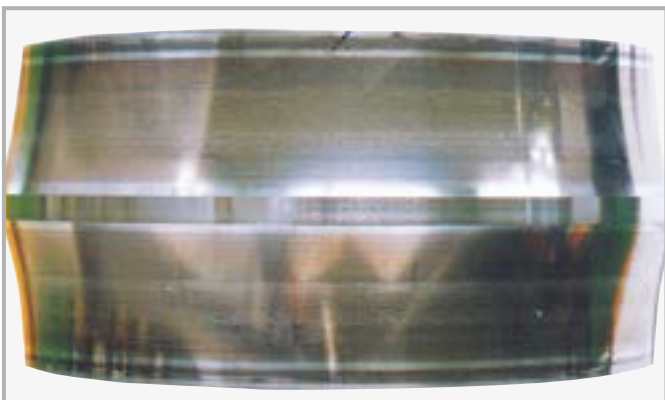


Foto 7-4-3

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Escorregamento ocorreu circunferencialmente na superfície da pista.

**Causa:** Lubrificação deficiente.



Foto 7-4-4

**Componente:** Anel externo do rolamento da foto 7-4-3.

**Sintoma:** Escorregamento ocorreu circunferencialmente na superfície da pista.

**Causa:** Lubrificação deficiente.

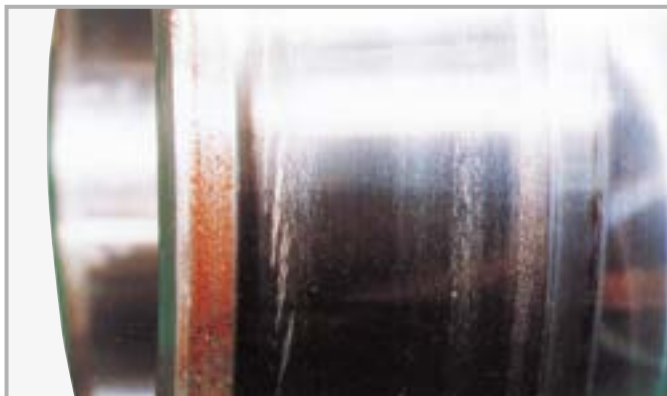


Foto 7-4-5

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.  
**Sintoma:** Escorregamento parcial ocorreu na superfície da pista.  
**Causa:** Lubrificação deficiente.

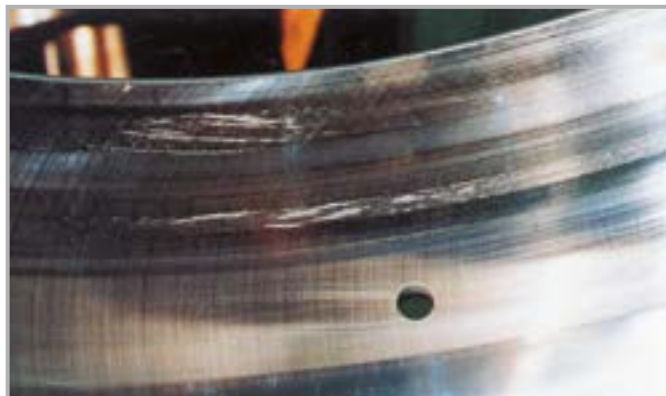


Foto 7-4-6

**Componente:** Anel externo do rolamento da foto 7-4-5.  
**Sintoma:** Escorregamento parcial ocorreu na superfície da pista.  
**Causa:** Lubrificação deficiente.



Foto 7-4-7

**Componente:** Rolos do rolamento da foto 7-4-5.  
**Sintoma:** Escorregamentos ocorridos no centro da superfície dos rolos.  
**Causa:** Lubrificação deficiente.



## 7.5 Fraturas

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anel interno ou anel externo partidos.</li> <li>• Corpos rolantes partidos.</li> <li>• Rebordo lascado.</li> <li>• Gaiola avariada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excessiva carga de choque; excessiva interferência; deficiência na forma do eixo; deficiência na conicidade da bucha; raio de encosto muito grande; desenvolvimento da trinca de fricção.</li> <li>• Avanço do escamamento; batida no rebordo quando da instalação; queda por descuido no manejo.</li> <li>• Carga anormal na gaiola em decorrência de deficiência na instalação; deficiência na lubrificação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reanalisar as condições de carga; adequar o ajuste; corrigir a precisão de usinagem da bucha e do eixo; corrigir o raio do encosto (fazer menor que o chanfro do rolamento).</li> <li>• Cuidados quando da instalação e manejo.</li> <li>• Correção da instalação; estudar o lubrificante e o método de lubrificação.</li> </ul>



Foto 7-5-1

**Componente:** Anel interno de rolamento de dupla carreira de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Lascamento no centro do rebordo.

**Causa:** Carga excessiva durante a instalação.

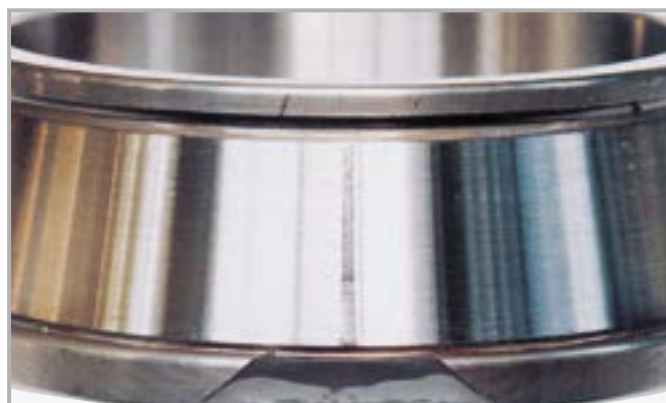


Foto 7-5-2

**Componente:** Anel interno de rolamento de rolos cônicos.

**Sintoma:** Fratura no rebordo.

**Causa:** Carga de choque durante a instalação.



Foto 7-5-3

**Componente:** Anel interno de rolamento axialautocompensador de rolos.

**Sintoma:** Fratura do rebordo.

**Causa:** Cargas repetitivas.



Foto 7-5-4

**Componente:** Anel externo de rolamento de agulhas.

**Sintoma:** Fratura no rebordo do anel externo.

**Causa:** Inclinação dos rolos por excesso de carga.



## 7.6 Trincas

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Trincas na pista e nos elementos rolantes.  Uso contínuo sob estas condições levam a trincas maiores ou fraturas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferência excessiva.</li> <li>• Carga excessiva, cargas de choques.</li> <li>• Progressão do escamamento.</li> <li>• Geração de calor e corrosão por contato.</li> <li>• Geração de calor por deslizamento.</li> <li>• Deficiência no ângulo do eixo cônico.</li> <li>• Deficiência na circularidade do eixo.</li> <li>• Raio de encosto muito grande.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrigir a interferência.</li> <li>• Verificar as condições de carga.</li> <li>• Melhorar o método de instalação.</li> <li>• Usar um perfil apropriado para o eixo.</li> </ul>

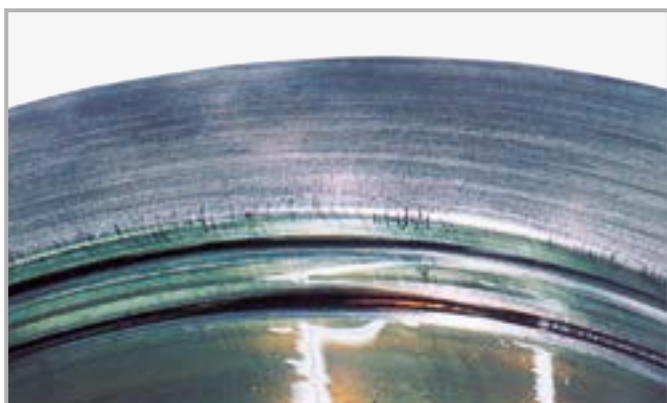


Foto 7-6-1

**Componente:** Anel externo de rolamento de dupla carreira de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Trincas na face do anel externo.

**Causa:** Geração de calor anormal devido ao contato entre a superfície de ajuste e a face do anel externo.



Foto 7-6-2

**Componente:** Rolos de rolamento axial de rolos cônicos.

**Sintoma:** Trincas na face dos rolos.

**Causa:** Geração de calor devido à deficiência de lubrificação no contato com o rebordo do anel interno.



Foto 7-6-3

**Componente:** Anel externo de rolamento de dupla carreira de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Trincas propagadas axialmente e circunferencialmente originadas no escamamento na superfície da pista.

**Causa:** Escamamento originado por uma carga de choque.



Foto 7-6-4

**Componente:** Anel externo de rolamento de dupla carreira de rolos cilíndricos, aplicado em equipamento onde a rotação é no anel externo.

**Sintoma:** Trincas na superfície externa.

**Causa:** Desgaste plano e geração de calor devido a não rotação do anel externo.



Foto 7-6-5

**Componente:** Pista do rolamento da foto 7-6-4.

**Sintoma:** Trincas na superfície externa.



Foto 7-6-6

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Trincas axiais na superfície da pista.

**Causa:** Grande tensão do ajuste gerada pela diferença de temperatura entre o anel interno e o eixo.



Foto 7-6-7

**Componente:** Secção fraturada do rolamento da foto 7-6-6.

**Sintoma:** Origem na superfície da pista.

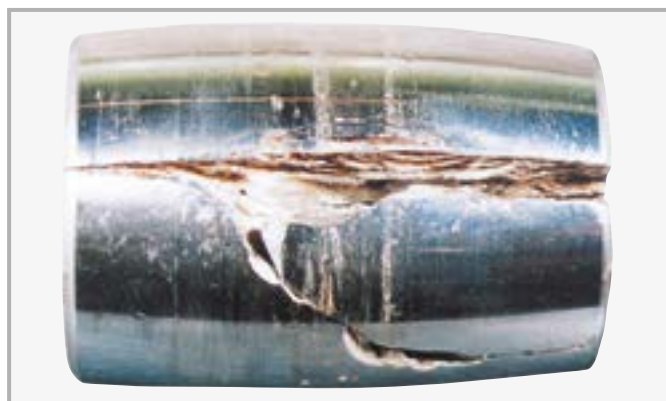


Foto 7-6-8

**Componente:** Rolo de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Trincas na superfície de rolagem.

## 7.7 Gaiola danificada

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<p>Danificação da gaiola inclui deformação da gaiola, fraturas e desgaste.</p> <p>Fratura do pilar da gaiola. Deformação da face.</p> <p>Desgaste na superfície da janela.</p> <p>Desgaste na superfície do anel guia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falha de instalação (desalinhamento).</li> <li>Falha de manuseio.</li> <li>Carga de momento elevada.</li> <li>Impactos ou grandes vibrações.</li> <li>Rotação excessiva, acelerações e desacelerações repentinas.</li> <li>Falha de lubrificação.</li> <li>Aumento de temperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar o método de instalação.</li> <li>Verificar temperatura, rotação e condições de carga.</li> <li>Reduzir a vibração.</li> <li>Seleção do tipo de gaiola.</li> <li>Seleção do método de lubrificação e lubrificante.</li> </ul>



Foto 7-7-1

**Componente:** Gaiola de rolamento fixo de uma carreira de esferas.

**Sintoma:** Fratura.



Foto 7-7-2

**Componente:** Gaiola de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Fratura.

**Causa:** Ação de carga anormal na gaiola gerada por desalinhamento de instalação entre os anéis interno e externo.



Foto 7-7-3

**Componente:** Gaiola de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Fratura de gaiola de latão usinada.



Foto 7-7-4

**Componente:** Gaiola de rolamento de rolos cônicos.

**Sintoma:** Fratura da gaiola de aço estampado.



Foto 7-7-5

**Componente:** Gaiola de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Deformação de gaiola de aço estampado.

**Causa:** Choques durante manuseio.



Foto 7-7-6

**Componente:** Gaiola de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Deformação da face lateral de gaiola de latão usinada.

**Causa:** Choque intenso durante a instalação.



Foto 7-7-7

**Componente:** Gaiola de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Deformação e desgaste de gaiola de latão usinada.



Foto 7-7-8

**Componente:** Gaiola de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Desgaste na superfície externa e no bolso de uma gaiola de latão usinada.



## 7.8 Impressões

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<p>As partículas em contato com os elementos rolantes na rolagem marcam as superfícies das pistas e dos elementos rolantes.</p> <p>As impressões podem ocorrer devido à impactos na instalação e no espaçamento equidistante dos elementos rolantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminação por partículas metálicas.</li> <li>• Carga excessiva.</li> <li>• Impactos durante o transporte ou a instalação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manter o local de trabalho limpo.</li> <li>• Melhorar o sistema de vedação.</li> <li>• Filtrar o óleo lubrificante.</li> <li>• Melhorar o método de instalação.</li> </ul>



Foto 7-8-1

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Superfície da pista fosca.

**Causa:** Contaminação por impurezas.



Foto 7-8-2

**Componente:** Anel externo de rolamento de duas carreiras de rolos cônicos.

**Sintoma:** Impressões na superfície da pista.

**Causa:** Contaminação por impurezas.



Foto 7-8-3

**Componente:** Anel interno de rolamento de rolos cônicos.

**Sintoma:** Pequenas e grandes impressões na pista.

**Causa:** Contaminação por impurezas.



Foto 7-8-4

**Componente:** Rolos da foto 7-8-3.

**Sintoma:** Pequenas e grandes impressões na superfície de rolagem.

**Causa:** Contaminação por impurezas.



## 7.9 Pitting

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
A superfície dos elementos rolantes ou a pista de rolagem apresenta uma coloração fosca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminação por impurezas.</li> <li>• Rolamento ou lubrificante expostos ao meio-ambiente.</li> <li>• Falhas na lubrificação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar o sistema de vedação.</li> <li>• Filtrar o óleo lubrificante.</li> <li>• Utilizar o lubrificante correto.</li> </ul>



Foto 7-9-1

**Componente:** Anel externo de rolamento axial.

**Sintoma:** Pitting na superfície da pista.

**Causa:** Oxidação.

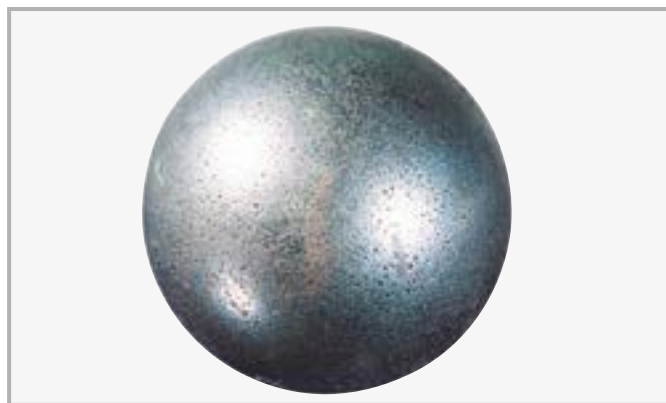


Foto 7-9-2

**Componente:** Esfera da foto 7-9-1.

**Sintoma:** Pitting na superfície dos elementos rolantes.

## 7.10 Desgaste

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Desgaste é deterioração da superfície por atrito de escorregamento entre a superfície da pista, elementos rolantes, rolos e faces, rebordos, bolsos de gaiola, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada de impurezas.</li> <li>• Progressão da oxidação e da corrosão elétrica.</li> <li>• Lubrificação deficiente.</li> <li>• Escorregamento feito pelo movimento irregular dos elementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar os sistemas de vedação.</li> <li>• Limpar o alojamento.</li> <li>• Verificar o lubrificante e o método de lubrificação.</li> <li>• Prevenir o desalinhamento.</li> </ul>



Foto 7-10-1

**Componente:** Anel interno de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Diversos pontos oriundos de corrosão elétrica e desgaste da pista.

**Causa:** Corrosão elétrica.



Foto 7-10-2

**Componente:** Anel externo de rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Desgaste em forma de onda côncava e convexa na região de carga da pista.

**Causa:** Penetração de impurezas e vibração contínua com a peça parada.



Foto 7-10-3

**Componente:** Anel interno de rolamento de duas carreiras de rolos cônicos.

**Sintoma:** Desgaste da pista e da face do rebordo.

**Causa:** Desgaste originado por uma carga excessiva com a peça parada.



Foto 7-10-4

**Componente:** Rolos da foto 7-10-3.

**Sintoma:** Desgaste nas faces dos rolos.

**Causa:** Desgaste originado por uma carga excessiva com a peça parada.

## 7.11 Corrosão por contato

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<p>O desgaste ocorre devido ao deslizamento entre as duas superfícies.</p> <p>O escorregamento ocorre ao ajustar a superfície e também ao contato entre a pista e os elementos rolantes.</p> <p>A corrosão por contato ocorre na superfície de ajuste e também na área de contato entre as pistas e os elementos rolantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrificante deficiente.</li> <li>• Vibração de pequena amplitude.</li> <li>• Ajuste inadequado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar lubrificante apropriado.</li> <li>• Aplicar pré-carga.</li> <li>• Verificar o ajuste apropriado.</li> <li>• Aplicar um filme de lubrificante na superfície de contato.</li> </ul>



Foto 7-11-1

**Componente:** Anel interno de rolamento fixo de esferas.

**Sintoma:** Corrosão por contato na superfície do furo.

**Causa:** Vibração.



Foto 7-11-2

**Componente:** Anel interno de rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Corrosão por contato perceptível em toda a superfície do furo.

**Causa:** Ajuste inadequado.

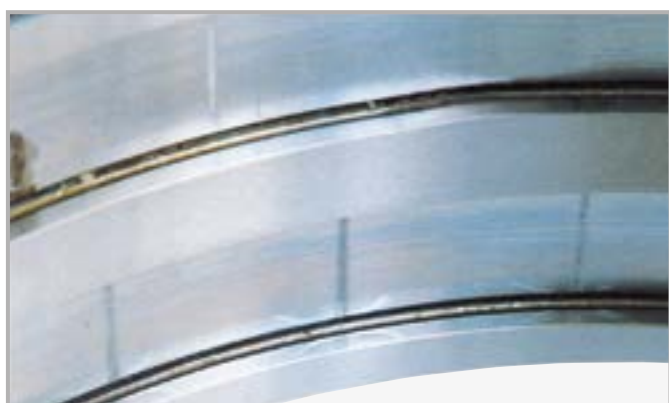


Foto 7-11-3

**Componente:** Anel externo de rolamento de duas carreiras de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Corrosão por contato na pista nos intervalos dos rolos.

## 7.12 Esmagamentos (falso brinel)

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Esmagamentos nas pistas e elementos rolantes causados por vibração ou oscilação entre os pontos de contato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oscilação e vibração no transporte.</li> <li>• Movimento de oscilação com pequena amplitude.</li> <li>• Lubrificante deficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixar o eixo e alojamento durante o transporte.</li> <li>• Transportar com os anéis interno e externo separados.</li> <li>• Reduzir a vibração através de pré-carregamento.</li> <li>• Utilizar o lubrificante correto.</li> </ul>



Foto 7-12-1

**Componente:** Anel interno de rolamento fixo de esferas.

**Sintoma:** Esmagamentos na pista.

**Causa:** Vibrações de origem externa quando parado.



Foto 7-12-2

**Componente:** Anel externo da foto 7-12-1.

**Sintoma:** Esmagamentos na pista.

**Causa:** Vibrações de origem externa quando parado.



Foto 7-12-3

**Componente:** Anel externo de rolamento axial de esferas.

**Sintoma:** Esmagamentos na pista com o espaçamento das esferas.

**Causa:** Vibração contínua associada a pequenas oscilações angulares.

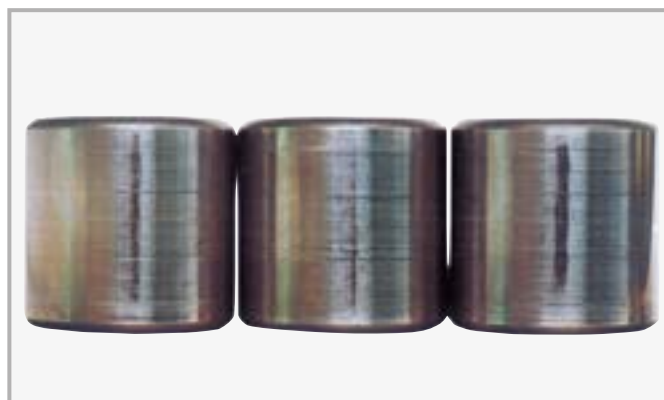


Foto 7-12-4

**Componente:** Rolos de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Esmagamentos na superfície.

**Causa:** Vibrações de origem externa quando parado.

## 7.13 Deslizamento

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<p>O deslizamento ocorre nas superfícies de ajuste, criando uma folga entre os anéis e o eixo ou alojamento.</p> <p>Deslizamento causa uma aparência brilhante ocasionalmente com sujeira ou desgaste.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interferência insuficiente ou ajuste com folga.</li> <li>• Área de interferência insuficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar a interferência e prevenir a rotação.</li> <li>• Corrigir a interferência.</li> <li>• Estudar a precisão do eixo e do alojamento.</li> <li>• Pré-carga na direção axial.</li> <li>• Interferência na face do anel.</li> <li>• Aplicar trava química na superfície de ajuste.</li> <li>• Aplicar lubrificante na superfície de ajuste.</li> </ul>



Foto 7-13-1

**Componente:** Anel interno do rolamento autocompensador de rolos.  
**Sintoma:** Deslizamento acompanhado por escoriações na superfície do furo.  
**Causa:** Interferência insuficiente.



Foto 7-13-2

**Componente:** Anel externo do rolamento autocompensador de rolos.  
**Sintoma:** Marcas de deslizamento por toda a superfície externa do anel externo.  
**Causa:** Folga entre o anel e o alojamento.



## 7.14 Superaquecimento

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
O superaquecimento ocorre durante o trabalho, provocando a alteração na coloração da peça. A quebra ocorre pela alteração dimensional, redução da folga interna e consequentemente, ocorre travamento e a quebra da gaiola.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falha de lubrificação.</li> <li>• Excesso de carga (excesso de pré-carga).</li> <li>• Alta rotação.</li> <li>• Folga interna muito pequena.</li> <li>• Entrada de água e contaminantes.</li> <li>• Precisão do eixo e alojamento deficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reestudar o ajuste e a folga interna do rolamento.</li> <li>• Lubrificar em volume adequado com o lubrificante adequado.</li> <li>• Verificar a precisão do eixo e alojamento.</li> <li>• Melhorar o método de instalação.</li> </ul>



Foto 7-14-1

**Componente:** Anel interno do rolamento autocompensador de rolos.

**Sintoma:** Pista com alteração na coloração. Partes da gaiola laminadas na superfície da pista.

**Causa:** Lubrificação insuficiente.



Foto 7-14-3

**Componente:** Anel interno do rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Alteração na coloração da pista e marcas nos intervalos das esferas.

**Causa:** Pré-carga excessiva.



Foto 7-14-4

**Componente:** Anel externo da foto 7-14-3.

**Sintoma:** Alteração na coloração da pista e marcas nos intervalos das esferas.

**Causa:** Pré-carga excessiva.



Foto 7-14-2

**Componente:** Rolos do rolamento da foto 7-14-1.

**Sintoma:** Rolos com alteração na coloração. Partículas da gaiola laminadas na superfície do rolamento.

**Causa:** Lubrificação insuficiente.



Foto 7-14-5

**Componente:** Esferas e gaiola da foto 7-14-3.

**Sintoma:** Gaiola rompida e esferas com alteração na coloração.

**Causa:** Pré-carga excessiva.

## 7.15 Corrosão elétrica

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
<p>A corrosão elétrica ocorre quando há a passagem de corrente elétrica pelo rolamento.</p> <p>A corrente elétrica em forma de arco passa do eixo pelos anéis e pelas esferas derretendo os componentes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferença de potencial entre os anéis internos e externos.</li> <li>• Utilização de máquinas de solda, com o aterramento em equipamentos com rolamentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetar circuitos elétricos para prevenir fluxo através dos rolamentos.</li> <li>• Isolamento do rolamento.</li> <li>• Não aterrar máquinas de solda em equipamentos com rolamentos.</li> </ul>



Foto 7-15-1

**Componente:** Anel interno de rolamento de rolos cônicos.

**Sintoma:** Desgaste característico de corrosão elétrica na superfície de rolamento.



Foto 7-15-2

**Componente:** Rolos de rolamento da foto 7-15-1.

**Sintoma:** Desgaste característico de corrosão elétrica na superfície de rolamento.

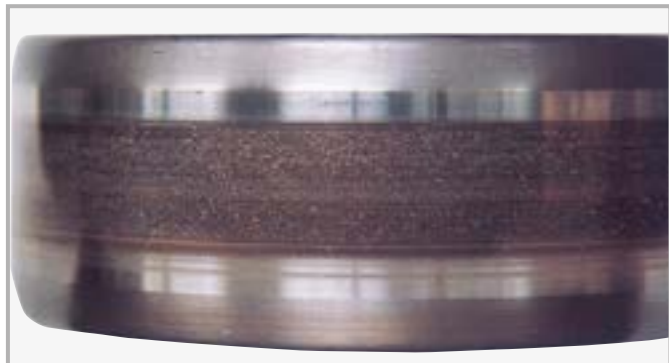


Foto 7-15-3

**Componente:** Anel interno do rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Modelo de faixa de corrosão elétrica acompanhado de ponteamto na superfície da pista.



Foto 7-15-4

**Componente:** Esferas de rolamento fixo de uma carreira de de esferas.

**Sintoma:** A corrosão elétrica apresenta uma coloração escura que cobre toda superfície das esferas.

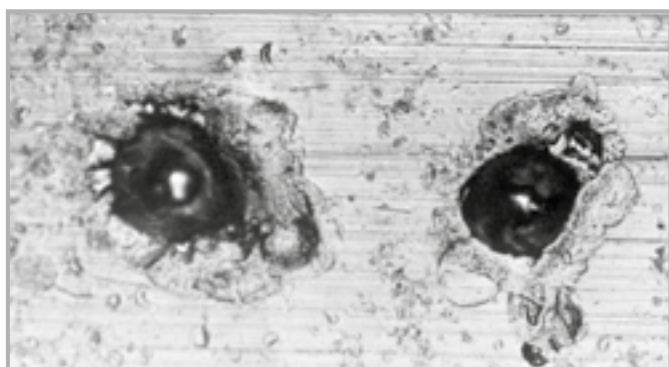


Foto 7-15-5

**Componente:** Anel interno de rolamento fixo de uma carreira de esferas.

**Sintoma:** Derretimento do material pela passagem de corrente elétrica.



Foto 7-15-6

**Componente:** Anel interno de rolamento fixo de uma carreira de esferas.

**Sintoma:** Derretimento do material pela passagem de corrente elétrica.

## 7.16 Oxidação e corrosão

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Oxidação e corrosão do rolamento são pontos na superfície dos anéis e elementos rolantes e podem ocorrer no espaçamento dos elementos rolantes sobre os anéis ou sobre toda superfície do rolamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrada de gás corrosivo ou água.</li> <li>• Lubrificante inadequado.</li> <li>• Formação de partículas de água por condensação de umidade.</li> <li>• Alta temperatura e alta umidade quando a peça está parada.</li> <li>• Falha do protetivo contra corrosão durante o transporte e estocagem.</li> <li>• Manuseio inadequado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar o sistema de vedação.</li> <li>• Verificar o método de lubrificação.</li> <li>• Prevenir danos por oxidação quando o rolamento estiver parado.</li> <li>• Melhorar os métodos de estocagem.</li> <li>• Melhorar os métodos de manuseio.</li> </ul>



Foto 7-16-1

**Componente:** Anel externo do rolamento de rolos cilíndricos.  
**Sintoma:** Oxidação na face do rebordo e superfície da pista.  
**Causa:** Lubrificação deficiente devido a penetração de umidade.

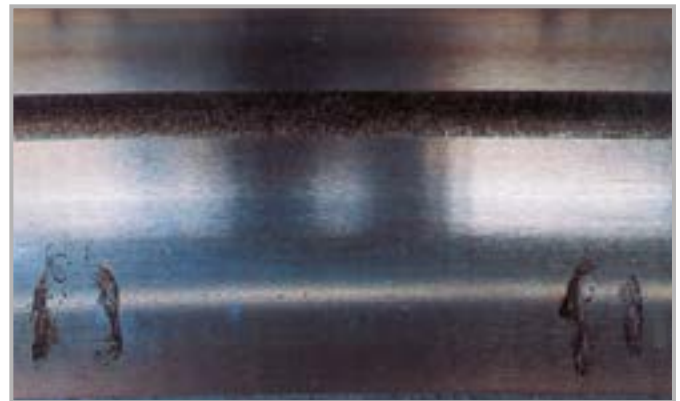


Foto 7-16-2

**Componente:** Anel externo.  
**Sintoma:** Oxidação na superfície da pista no espaçamento das esferas.  
**Causa:** Condensação de umidade durante a parada do rolamento.



Foto 7-16-3

**Componente:** Anel interno de rolamento autocompensador de rolos.  
**Sintoma:** Corrosão na superfície da pista no espaçamento dos rolos.  
**Causa:** Entrada de água no lubrificante.



Foto 7-16-4

**Componente:** Rolos de rolamento autocompensador.  
**Sintoma:** Pontos de corrosão na superfície de contato.  
**Causa:** Condensação de umidade durante o armazenamento.

## 7.17 Falha de instalação

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Longos riscos na superfície das pistas ou dos elementos rolantes causados durante a instalação ou remoção do rolamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinação dos anéis internos e externos durante a instalação ou remoção.</li> <li>• Impactos durante a instalação ou remoção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de ferramentas e dispositivos apropriados.</li> <li>• Evitar impactos usando prensa.</li> <li>• Centrar as partes durante a montagem.</li> </ul>

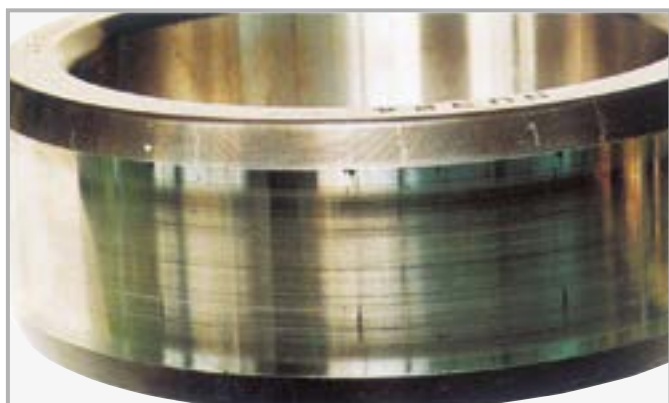


Foto 7-17-1

**Componente:** Anel interno do rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Esmagamentos na superfície da pista

**Causa:** Inclinação dos anéis interno e externo durante a instalação.



Foto 7-17-2

**Componente:** Anel externo de rolamento de dupla carreira de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Marcas contínuas de arranhões no intervalo dos rolos na pista.

**Causa:** Inclinação dos anéis interno e externo durante a instalação.



Foto 7-17-3

**Componente:** Rolos de rolamento de rolos cilíndricos.

**Sintoma:** Esmagamentos na superfície de rolagem.

**Causa:** Inclinação dos anéis interno e externo durante a instalação.



## 7.18 Alteração na coloração

Ocorrência	Possíveis causas	Ações corretivas
Alteração na coloração da gaiola, elementos rolantes e pistas dos anéis ocorrem devido à deterioração do lubrificante à alta temperatura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falha na lubrificação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhorar o método de lubrificação.</li> </ul>

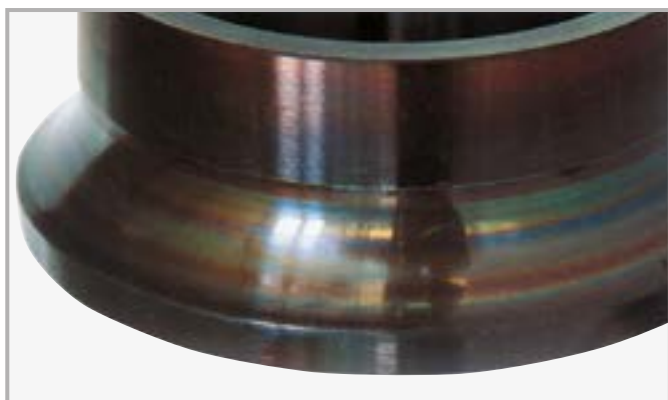


Foto 7-18-1

**Componente:** Anel interno do rolamento de contato angular.

**Sintoma:** Alteração na coloração da superfície da pista.

**Causa:** Geração de calor devido à lubrificação deficiente.



Foto 7-18-2

**Componente:** Anel interno do rolamento de quatro pontos contato angular.

**Sintoma:** Alteração na coloração da superfície da pista.

**Causa:** Geração de calor devido à lubrificação deficiente.



## Apêndice - Tabela de diagnóstico rápido

Ocorrência	Localização	Causa												Observações	
		Manuseio		Partes coligadas			Lubrifi- cação		Carga			Rotação			
		Estoque - Transporte	Instalação	Eixo alojamento	Dispositivos de vedação	Temperatura	Lubrificante	Método de lubrificação	Excesso de carga Carga de impacto	Momento	Carga muito baixa	Alta velocidade Alta Aceleração e desaceleração	Vibração		Seleção do rolamento
1. Escamamento	Pistas e superfícies de rolamento		○	○	○		○	○	○	○				○	
2. Descascamento	Pistas e superfícies de rolamento				○		○	○			○	○			
	Superfícies externas de contato			○	○		○	○							
3. Arranhadura	Superfície lateral do rolo ou rebordo do anel		○	○	○		○	○	○	○		○			
	Superfície da guia da gaiola ou bolso da gaiola		○		○		○	○							
4. Escorregamento	Pistas e superfícies de rolamento				○		○	○			○	○			
5. Fraturas	Bordas ou elementos rolantes	○	○	○					○	○					
6. Trincas	Pistas ou elementos rolantes		○	○		○			○	○					
	Rebordos, superfície lateral dos rolos ou superfície guia da gaiola			○				○	○	○					
7. Gaiola danificada	Deformação, fratura		○	○					○	○					
	Desgaste		○		○		○	○	○	○		○			
8. Impressões	Pistas e superfícies de rolamento				○			○							
	Pistas (impurezas nos elementos rolantes)	○	○						○				○		
9. Pitting	Pistas e superfícies de rolamento				○		○	○							
10. Desgaste	Pistas, superfícies de rolamento, rebordos ou superfície lateral dos rolos		○		○		○	○							
11. Corrosão por contato	Pistas e superfícies de rolamento	○	○	○			○	○	○			○	○		
	Superfícies externas do furo e anel externo, laterais (contato com o alojamento e eixo)		○	○					○						
12. Falso brinel	Pistas e superfícies de rolamento	○					○	○					○		
13. Deslizamento	Superfície de ajuste		○	○		○	○*	○*	○			○			*Ajuste com folga
14. Superaquecimento	Pistas, elementos rolantes ou gaiola		○	○	○		○	○	○	○		○		○	
15. Corrosão elétrica	Pistas e superfícies de rolamento		○*	○*											*Corrente elétrica passando através dos elementos rolantes
16. Oxidação e corrosão	Pistas, elementos rolantes ou gaiola	○	○		○	○	○	○							
17. Falha de instalação	Pistas e superfícies de rolamento		○	○											
18. Alteração na coloração	Pistas, elementos rolantes ou gaiola					○	○	○							

**Observação:** Esta tabela apenas descreve as ocorrências mais comuns, suas causas e sintomas, devendo ser usada apenas como referência.



---

Para dúvidas ou mais informações, entre em contato conosco.

**NSK BRASIL**

Escritório e Fábrica  
Av. Vereador João Batista Fitipaldi, 66  
Vila Maluf - Suzano - SP  
CEP 08685-0000

Tel: (11) 3269-4700

[www.nsk.com.br](http://www.nsk.com.br)  
[www.nsk.com.br/aip](http://www.nsk.com.br/aip)

---

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.

