

15. Manuseio dos Rolamentos

Os rolamentos são componentes de precisão e para preservar sua exatidão e confiabilidade deve-se tomar cuidado no seu manuseio.

Em particular, deve-se manter a limpeza dos rolamentos, evitar impactos e prevenir a oxidação.

15.1 Armazenamento

A maioria dos rolamentos são recobertos com uma camada de óleo protetivo contra a oxidação antes de serem empacotadas e transportados, e devem ser armazenados a temperatura ambiente com uma umidade relativa inferior a 60%.

15.2 Montagem



Quando os rolamentos são montados sobre os eixos ou em seus alojamentos, seus anéis não devem ser golpeados diretamente com um martelo ou qualquer outro objeto, como ilustrado na **figura 15.1**, isto pode produzir danos ao rolamento. Qualquer força aplicada ao rolamento, deve sempre ser distribuída uniformemente sobre a superfície inteira da face do anel. Igualmente, quando se instalam simultaneamente ambos os anéis, deve-se evitar aplicar a pressão unicamente em um anel, como ilustrado na **figura 15.2**, pois os corpos rolantes podem produzir marcas nas superfícies das pistas, ou podem produzir outros danos internos.

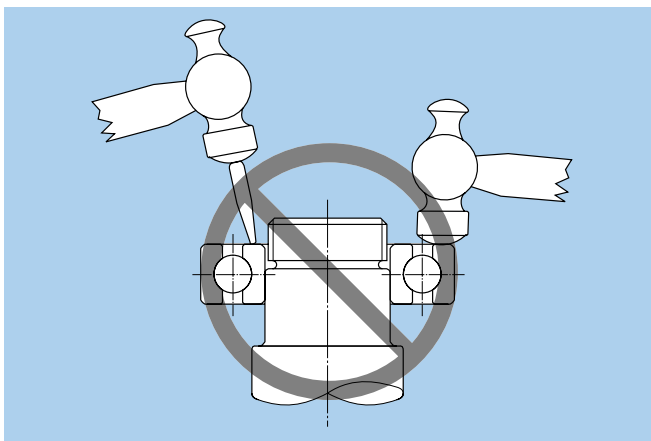


Fig. 15.1

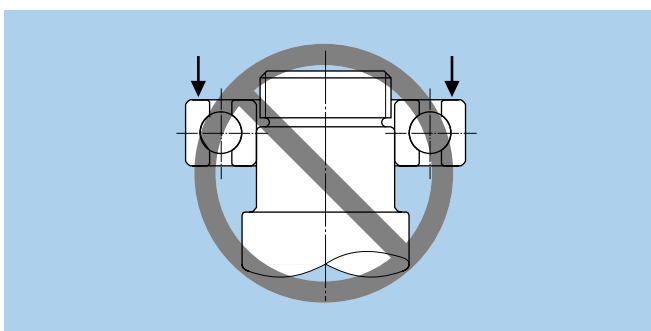


Fig. 15.2

15.2.1 Preparação para a montagem

Os rolamentos devem ser instalados em um ambiente limpo e seco. Especialmente quando se trata de rolamentos pequenos e miniatura, deve-se providenciar um local de trabalho limpo, pois a poeira afeta muito a eficiência dos rolamentos.

Antes da montagem, deve-se limpar todas as ferramentas de ajuste, eixos, alojamentos e partes relacionadas e, se necessário remover todas as lascas cortantes ou protuberâncias. Deve-se inspecionar as superfícies dos eixos e alojamentos para avaliar a rugosidade, verificar a precisão dimensional e de desenho, assegurando que estejam dentro dos limites de tolerância permissíveis.

Os rolamentos devem ser desempacotados somente no momento de serem montados. Normalmente, os rolamentos lubrificados com graxa podem ser montados como estão, sem a remoção da proteção contra a oxidação. Entretanto, os rolamentos que devem ser lubrificados com óleo, ou em casos onde a mistura da graxa com a camada protetora contra oxidação possam causar perdas de eficiência da lubrificação, a proteção contra a corrosão deve ser removida, lavando o rolamento com benzeno ou um solvente de petróleo e secando o rolamento antes da montagem. Caso a embalagem do rolamento se apresente danificada ou exista a possibilidade de que o rolamento tenha sido contaminado, deverá ser feita a lavagem do rolamento e seca-lo antes da montagem. **Rolamentos com dupla blindagem ou dupla vedação nunca devem ser lavados.**

15.2.2 Montagem de rolamentos com furo cilíndrico

Os rolamentos com ajustes por interferência relativamente leves, podem ser montados com pressão e na temperatura ambiente, utilizando uma manga contra a face lateral do anel, conforme ilustrado na **figura 15.3**. Usualmente, os rolamentos são montados golpeando-se a bucha com um martelo; entretanto, quando se instala um grande número de rolamentos, deve-se utilizar uma prensa mecânica ou hidráulica.

Quando se faz a montagem de rolamentos não - separáveis sobre um eixo e um alojamento simultaneamente, utiliza-se uma placa que distribui uniformemente a pressão de montagem sobre o anel interno e externo, como ilustrado na **figura 15.4**. Quando se faz a montagem de rolamentos com ajuste por interferência apertado no anel interno, ou quando se

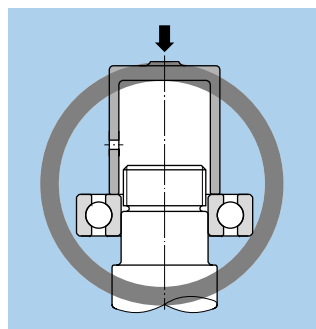


Fig. 15.3
Pressão da bucha de montagem contra o anel interno

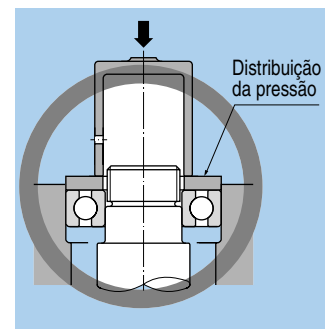


Fig. 15.4
Pressão da bucha de montagem contra o anel interno e externo simultaneamente

montam rolamentos em eixos de grande diâmetro, é necessária uma força considerável para a montagem em temperatura ambiente. Pode-se facilitar a instalação quando se aquece ou expande o anel interno antes da montagem.

A diferença de temperatura relativa requerida entre o anel interno e o eixo depende do grau de interferência necessário e do diâmetro do eixo. A **figura 15.5** mostra a relação entre o diâmetro do furo do anel interno, o diferencial de temperatura, e a quantidade de expansão térmica. Em qualquer caso, nunca se deve aquecer os rolamentos a temperaturas superiores a 120°C.

O método mais comum de se aquecer os rolamentos é submergi-los em óleo quente. Entretanto, este método não deve ser utilizado em rolamentos pré-lubrificado vedados e blindados. Para evitar o sobre-aquecimento de alguma parte dos rolamentos estes nunca devem entrar em contato direto com a fonte de calor, porém devem ficar suspensos dentro do tanque de óleo ou colocados sobre uma malha de arame.

Se os rolamentos são aquecidos a seco em uma estufa ou placa de aquecimento, estes podem ser montados sem a necessidade de secá-los. Este método pode ser utilizado em rolamentos pré-lubrificado com blindagem e vedação.

Para o aquecimento dos anéis internos dos rolamentos de rolos cilíndricos NU, NJ ou NUP e similares a estes, sem flange ou com uma única flange, pode-se utilizar um aquecedor por indução para rapidamente aquecê-los e em estado seco (sempre desmagnetiza-los).

Quando rolamentos aquecidos são montados sobre o eixo, o anel interno deve ser segurado contra o encosto de apoio do eixo até que o rolamento tenha se esfriado evitando deixar espaços entre o anel e a face do encosto do eixo.

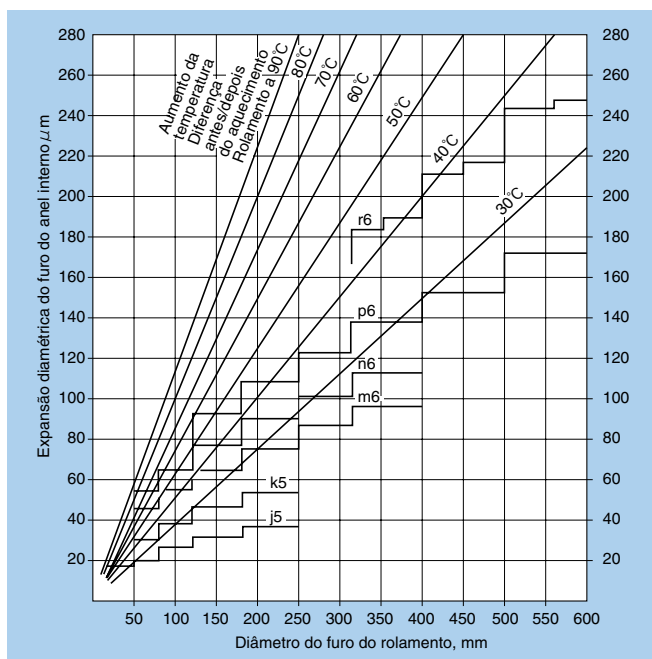


Fig. 15.5 Diferencial de temperatura requerida para ajuste por interferência do anel interno

Conforme ilustrado na **figura 15.6**, uma cavilha de desmontagem, ou ferramenta, também pode ser utilizada para a desmontagem do anel interno quando se utiliza o método de aquecimento por indução descrito acima.

15.2.3 Montagem de rolamentos com furo cônico

Os rolamentos pequenos são guiados sobre assentos cônicos, tais como eixos cônicos, buchas de desmontagem, ou buchas de fixação por meio de uma porca. A porca se aperta mediante o uso de um martelo ou chave de impacto. (**figura 15.7**)

Os rolamentos de grande porte necessitam de forças consideráveis para a sua ajustagem, por isto são utilizados métodos hidráulicos.

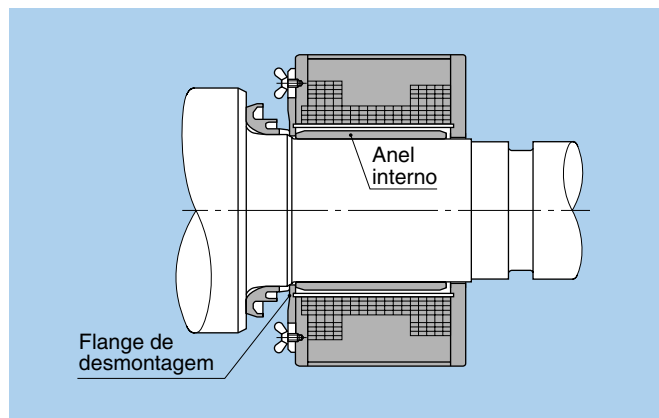


Fig. 15.6 Desmontagem de um anel interno utilizando um aquecedor por indução

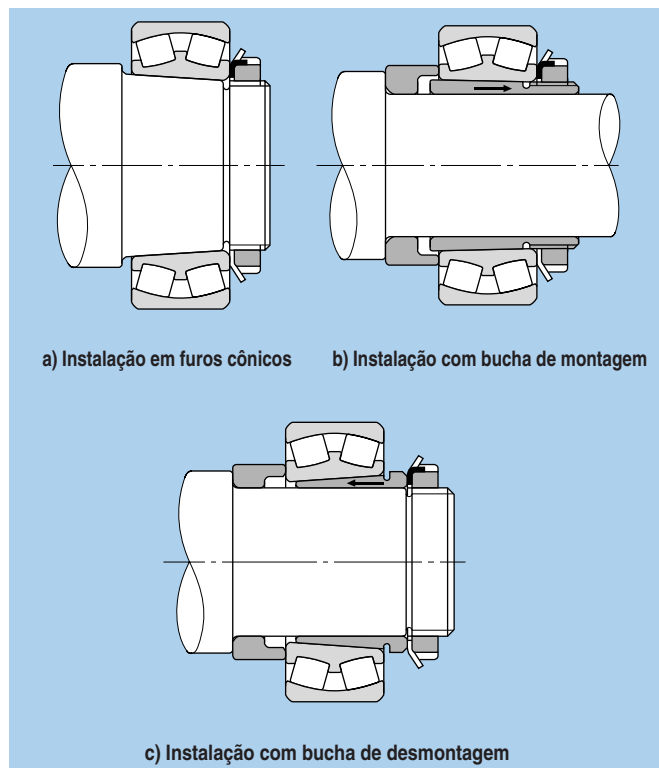


Fig. 15.7 Métodos de instalação utilizando porcas de fixação

Na **figura 15.8** está ilustrada a redução do atrito entre as superfícies de ajuste e o necessário torque de porca de montagem quando se utiliza o método de injeção de óleo com alta pressão entre as superfícies.

Nas figuras **15.9 b)** e **c)** estão ilustradas montagens utilizando uma porca hidráulica com uma bucha adaptadora para montagem e desmontagem.

Na **figura 15.10** estão ilustrados montagens utilizando uma bucha hidráulica de desmontagem.

Para os rolamentos com furo cônico, na medida em que o anel interno se desloca axialmente sobre o eixo, ou sobre a bucha de fixação ou de desmontagem, a interferência aumenta e a folga interna radial se reduz. A magnitude da interferência se pode estimar medindo a quantidade da diminuição da folga radial. Conforme ilustrado na **figura 15.11**, a folga interna radial entre os rolos e o anel interno dos rolamentos autocompensadores de rolos deve ser medida com um calibre de profundidade, mantendo o

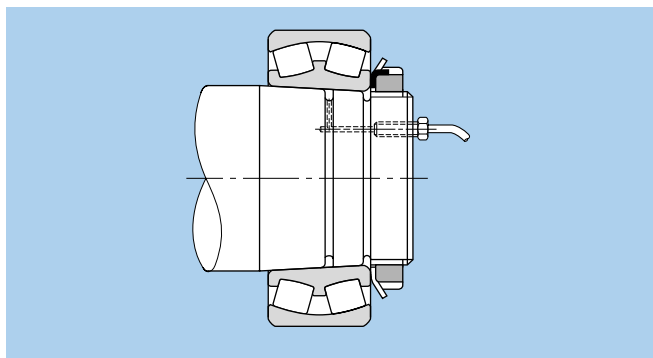


Fig. 15.8 Instalação utilizando injeção de óleo

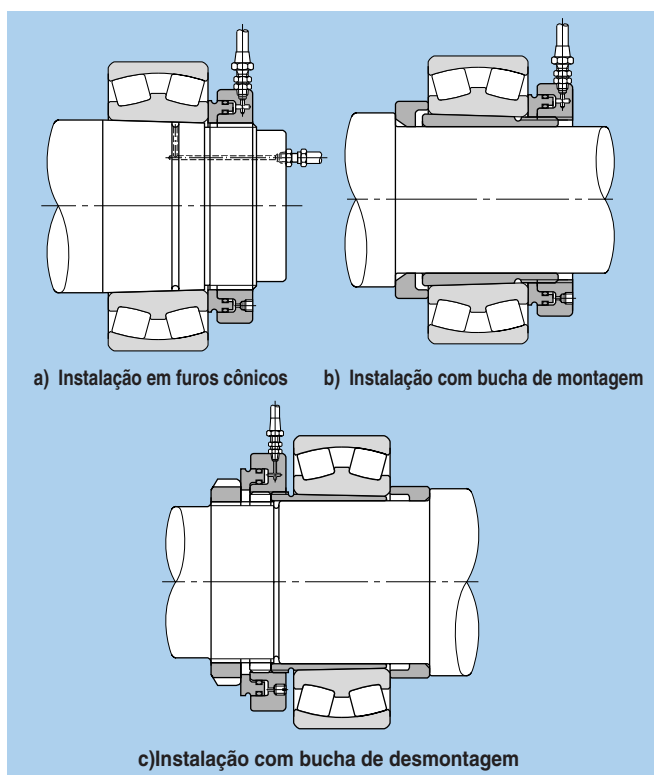


Fig. 15.9 Instalação utilizando uma porca hidráulica

rolamento livre de carga e com os rolos colocados em sua posição correta. A folga interna medida deve ser igual em ambas as carreiras. No lugar de medir diretamente a redução da folga interna radial para estimar a interferência, é possível estimá-la medindo a distância que o rolamento se desloca axialmente ao ser apertado.

Para rolamentos Autocompensadores de rolos, a **tabela 15.1** indica a interferência apropriada que será atingida em função da redução da folga interna radial, ou pela distância que o rolamento percorreu sobre o eixo. Em condições tais como carga pesada, altas rotações, grandes diferenças de temperatura entre o anel interno e o anel externo, etc., que requerem ajustes com interferência pesada, devem-se utilizar rolamentos que possuem uma folga interna de no mínimo C3 ou superior. A **tabela 15.1** lista os valores máximos para a redução da folga interna radial e o deslocamento axial. Para estas aplicações, as folgas restantes devem ser maiores do que os mínimos listados na **tabela 15.1**.

15.2.4 Montagem do anel externo

Mesmo em montagens com interferência apertada os anéis externos de rolamentos pequenos podem ser montados com pressão em seus alojamentos a temperatura ambiente. Entretanto, em rolamento grandes a montagem pode ser feita com o aquecimento do alojamento antes da montagem, ou pode-se esfriar o anel externo do rolamento com gelo seco, etc. antes da montagem. Se for utilizado gelo seco ou outro produto refrigerante, a umidade atmosférica irá condensar nas superfícies do rolamento, neste caso deverão ser tomadas providências para evitar a oxidação.

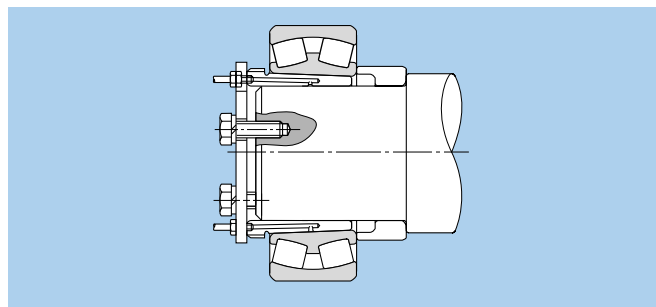


Fig. 15.10 Instalação utilizando porca hidráulica com bucha de desmontagem

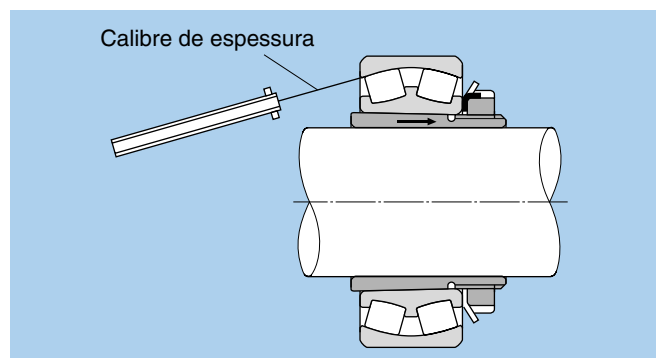


Fig. 15.11 Método de medição da folga interna para rolamentos autocompensadores de rolos

Tabela 15.1 Instalação de rolamentos autocompensadores de rolos com furo cônico

unidades em mm

Diâmetro nominal do furo do rolamento <i>d</i>		Redução da folga interna radial		Deslocamento axial				Folga residual mínima permitível		
Acima	Inclusive	Min	Max	Conicidade 1:12		Conicidade 1:30		CN	C3	C4
				Min	Max	Min	Max			
30	40	0.02	0.025	0.35	0.4	—	—	0.015	0.025	0.04
40	50	0.025	0.03	0.4	0.45	—	—	0.02	0.03	0.05
50	65	0.03	0.035	0.45	0.6	—	—	0.025	0.035	0.055
65	80	0.04	0.045	0.6	0.7	—	—	0.025	0.04	0.07
80	100	0.045	0.055	0.7	0.8	1.75	2.25	0.035	0.05	0.08
100	120	0.05	0.06	0.75	0.9	1.9	2.25	0.05	0.065	0.1
120	140	0.065	0.075	1.1	1.2	2.75	3	0.055	0.08	0.11
140	160	0.075	0.09	1.2	1.4	3	3.75	0.055	0.09	0.13
160	180	0.08	0.1	1.3	1.6	3.25	4	0.06	0.1	0.15
180	200	0.09	0.11	1.4	1.7	3.5	4.25	0.07	0.1	0.16
200	225	0.1	0.12	1.6	1.9	4	4.75	0.08	0.12	0.18
225	250	0.11	0.13	1.7	2	4.25	5	0.09	0.13	0.2
250	280	0.12	0.15	1.9	2.4	4.75	6	0.1	0.14	0.22
280	315	0.13	0.16	2	2.5	5	6.25	0.11	0.15	0.24
315	355	0.15	0.18	2.4	2.8	6	7	0.12	0.17	0.26
355	400	0.17	0.21	2.6	3.3	6.5	8.25	0.13	0.19	0.29
400	450	0.2	0.24	3.1	3.7	7.75	9.25	0.13	0.2	0.31
450	500	0.21	0.26	3.3	4	8.25	10	0.16	0.23	0.35
500	560	0.24	0.3	3.7	4.6	9.25	11.5	0.17	0.25	0.36
560	630	0.26	0.33	4	5.1	10	12.5	0.2	0.29	0.41
630	710	0.3	0.37	4.6	5.7	11.5	14.5	0.21	0.31	0.45
710	800	0.34	0.43	5.3	6.7	13.3	16.5	0.23	0.35	0.51
800	900	0.37	0.47	5.7	7.3	14.3	18.5	0.27	0.39	0.57
900	1,000	0.41	0.53	6.3	8.2	15.8	20.5	0.3	0.43	0.64
1,000	1,120	0.45	0.58	6.8	8.7	17	22.5	0.32	0.48	0.7
1,120	1,250	0.49	0.63	7.4	9.4	18.5	24.5	0.34	0.54	0.77

15.3 Ajuste da folga interna

Como ilustrado na **figura 15.12**, para rolamentos de esferas de contato angular e de rolos cônicos, a quantidade necessária de folga interna axial pode ser ajustada durante a montagem, apertando ou afrouxando a porca de ajuste.

Para ajustar a folga interna axial necessária ou quantidade de pré-carga, a folga interna pode ser medida enquanto se aperta a porca de ajuste conforme ilustrado na **figura 15.13**. Com outros métodos se controla o torque de rotação ao se girar o eixo ou o alojamento durante o ajuste da porca, ou com a inserção de calços de espessura apropriada. Conforme ilustrado na **figura 15.14**.

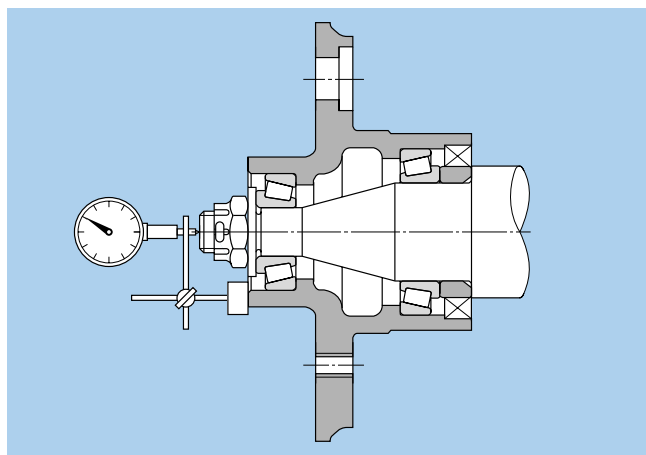


Fig. 15.13 Medição do ajuste da folga interna axial

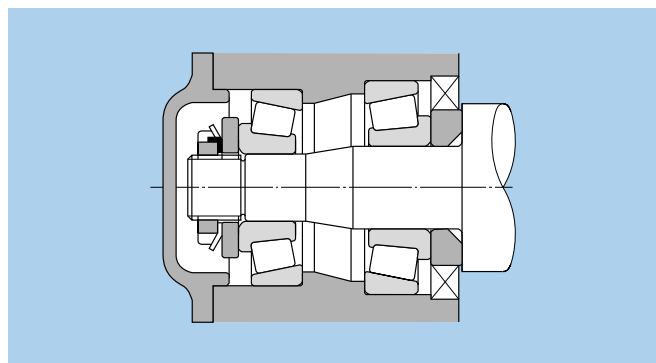


Fig. 15.12 Ajuste da folga interna axial

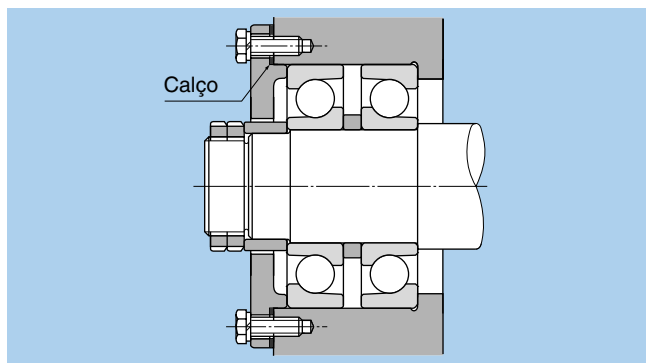


Fig. 15.14 Ajuste da folga interna axial utilizando calços

15.4 Teste de giro após a montagem

Para assegurar que o rolamento foi montado de forma adequada, é realizado um teste de giro no término da montagem. O eixo ou alojamento é primeiramente girado com a mão e se não é observado nenhum problema, é realizado um teste com baixa rotação e sem carga. Se não são observadas anormalidades, a **carga** e a **rotação devem ser gradualmente aumentadas até que sejam atingidas as condições normais de funcionamento. Se durante o teste são observados qualquer ruído não usual, vibrações ou aumento de temperatura, deve-se interromper o teste para examinar o equipamento. Se for necessário, o rolamento deve ser desmontado para inspeção.**

Para examinar o ruído de funcionamento dos rolamentos, pode-se amplificar o som, o tipo de ruído pode ser identificado colocando-se um instrumento auditivo contra o alojamento. Um som claro, uniforme e contínuo é normal. Um som metálico elevado ou irregular indica um mal funcionamento.

A vibração pode ser checada com precisão, com a utilização de um instrumento de medição de vibrações, as características de amplitude e freqüência podem ser avaliadas em relação a um padrão fixo.

Usualmente, se pode estimar a temperatura dos rolamentos a partir da temperatura da superfície do alojamento. Entretanto, se o anel externo do rolamento é acessível através do furo de lubrificação, etc., pode-se medir a temperatura de forma mais precisa.

Sob condições normais, a temperatura dos rolamentos se eleva com a rotação e atinge uma temperatura de operação estável após um certo período de tempo. Se a temperatura não se nivela e continua aumentando, ou se a temperatura aumenta de forma repentina, ou se a temperatura se mantém muito elevada, os rolamentos devem ser inspecionados.

15.5 Desmontagem

Com freqüência, os rolamentos são removidos como parte dos procedimentos de inspeção periódicos ou durante a substituição de outras peças. Entretanto, quase sempre se reinstalam o eixo e o alojamento e, em muitos casos, os mesmos rolamentos são utilizados novamente. Estes rolamentos, eixos, alojamentos e outras peças relacionadas, devem ser projetados de forma a prevenir danos durante os procedimentos de desmontagem, e mais ainda, deve-se utilizar ferramentas adequadas para a desmontagem. Quando se removem os anéis internos ou externos, que foram montados com ajustes por interferência, a força de desmontagem deve ser aplicada somente sobre estes anéis e não sobre outras partes do rolamento, pois isto causaria danos internos nas pistas ou nos corpos rolantes.

15.5.1 Desmontagem de rolamentos com furo cilíndrico

Para a desmontagem de rolamentos pequenos, podem ser utilizados os extratores mostrados nas **figuras 15.15 a) e b)** ou o método de pressão mostrado na **figura 15.16**.

Quando utilizados de forma apropriada, estes métodos melhoram a eficiência da desmontagem e não causam danos aos rolamentos.

Para facilitar o processo de desmontagem, deve-se dar atenção especial no desenvolvimento do eixo e do alojamento, incluindo ranhuras de extração, como ilustrados nas **figura 15.17 e 15.18**. Furos roscados também devem ser incluídos no alojamento para facilitar a extração do anel externo conforme ilustrado na **figura 15.19**.

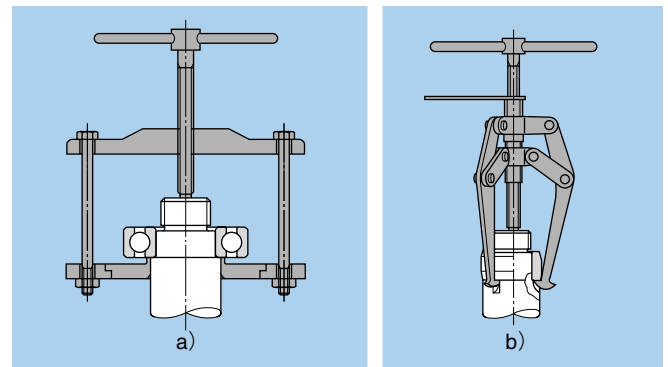


Fig.15.15 Desmontagem com extrator

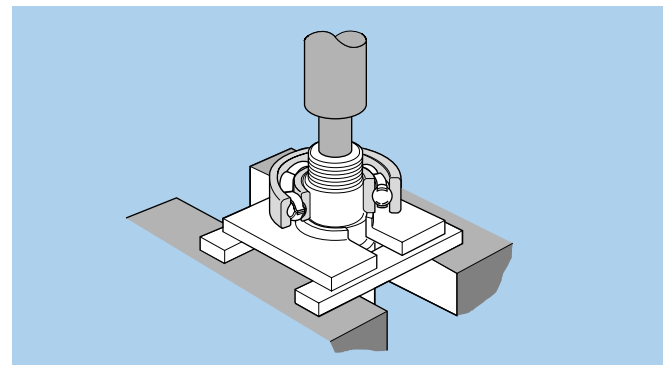


Fig. 15.16 Desmontagem com pressão

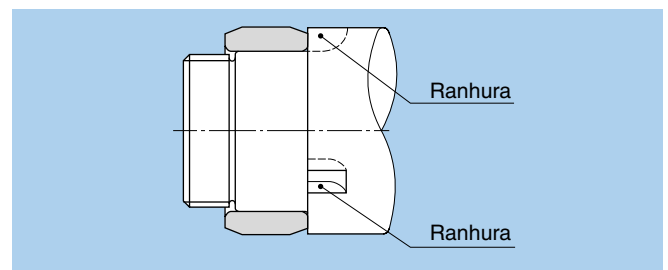


Fig. 15.17 Ranhuras de desmontagem

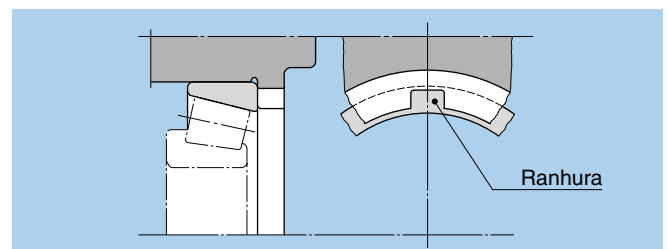


Fig. 15.18 Ranhura de extração para desmontagem do anel externo

Para a desmontagem de rolamentos grandes que estejam em serviço por um longo período de tempo e que foram instalados com ajuste com alta interferência, é necessária uma força de extração considerável, e é bastante provável que tenha havido corrosão entre as superfícies de contato. Nestes casos, pode-se aliviar o atrito injetando óleo com pressão entre o eixo e a superfície do anel interno como ilustrado na **figura 15.20**.

Para os rolamentos de rolos cilíndricos do tipo NU, NJ e NUP, também pode-se utilizar o método de aquecimento por indução, mostrado na **figura 15.6** para facilitar a remoção do anel interno. Este método é muito eficiente para rolamentos com a mesma dimensão e que são desmontados com frequência.

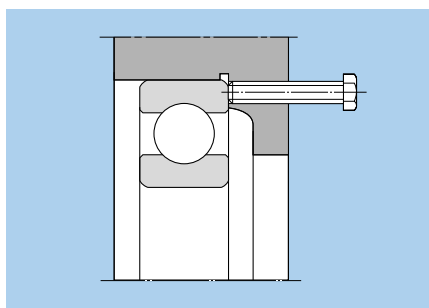


Fig. 15.19 Parafuso de desmontagem do anel externo

15.5.2 Desmontagem de rolamentos com furo cônico

A desmontagem de rolamentos pequenos que tenham sido montados com buchas, pode ser feita ao se afrouxar a porca de segurança e forçando o anel interno para fora com um bloco de metal conforme ilustrado na **figura 15.21**.

Aqueles rolamentos que foram montados com buchas de desmontagem podem ser extraídos apertando a porca conforme mostrado na **figura 15.22**.

A desmontagem de rolamentos de grande porte montados sobre eixos cônicos, sobre buchas de fixação e de desmontagem, é facilitada com os métodos de remoção em que se injeta óleo sob pressão entre a superfície do eixo cônico e o rolamento conforme ilustrado na **figura 15.23**.

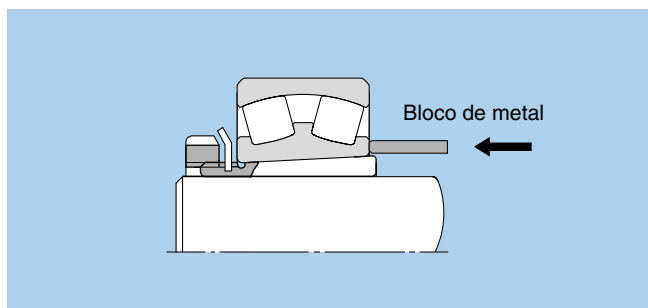


Fig. 15.21 Desmontagem do rolamento com adaptador

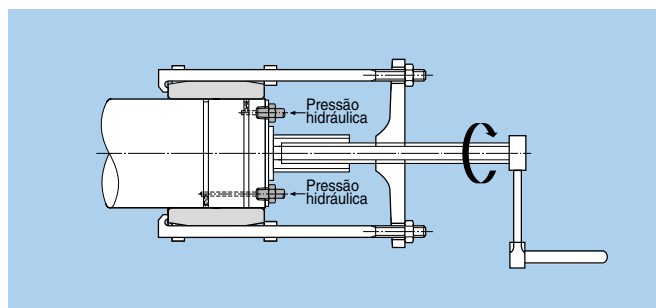


Fig.15.20 Desmontagem utilizando óleo com alta pressão (hidráulico)

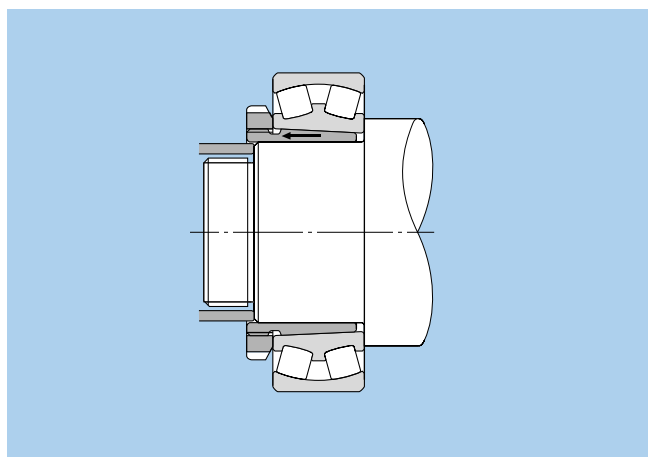


Fig.15.22 Desmontagem utilizando uma porca hidráulica

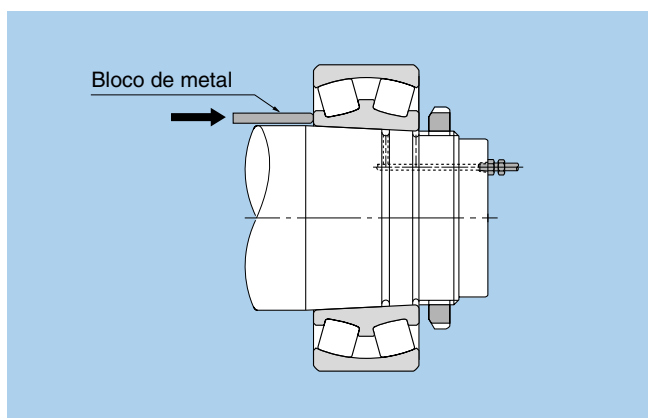


Fig.15.23 Extração do rolamento por pressão hidráulica

A **figura 15.24** mostra dois métodos de desmontagem de rolamentos com buchas de fixação e de desmontagem utilizando uma porca hidráulica.

A **figura 15.25** mostra um método de desmontagem usando uma bucha de desmontagem hidráulica onde é injetado óleo com alta pressão entre as superfícies de fixação e uma porca é então utilizada para extrair a bucha.

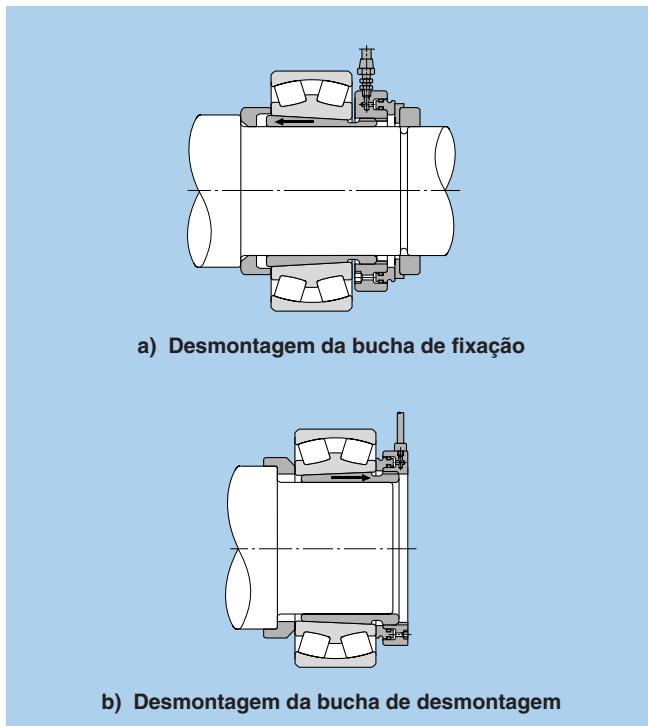


Fig. 15.24 Desmontagem utilizando uma porca hidráulica

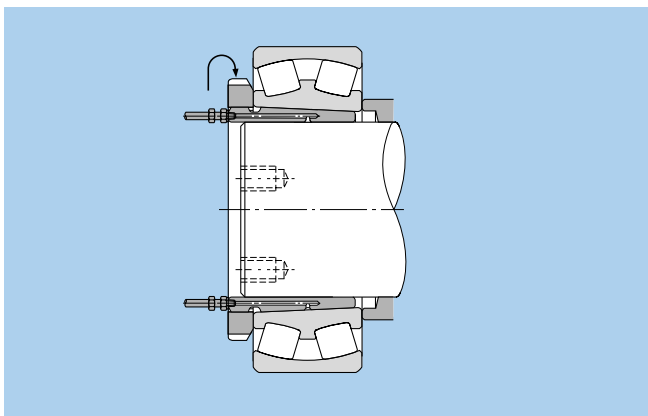


Fig. 15.25 Extração utilizando uma bucha hidráulica de desmontagem

15.6 Inspeção e manutenção do rolamento

Para obter o potencial máximo do rolamento e mantê-lo em boas condições de funcionamento por tanto tempo quanto for possível, devem ser feitas inspeções e manutenções. Assim é possível detectar prematuramente qualquer problema com o rolamento. Isso possibilita prevenir falhas no rolamento antes que ocorram, aumentando produtividade e diminuindo custos.

As seguintes medidas são freqüentemente tomadas como método de controle de manutenção nos rolamentos.

O controle de manutenção requer que sejam determinadas rotinas periódicas de manutenção de acordo com a importância do equipamento.

15.6.1 Inspeções do equipamento durante o funcionamento

O intervalo de relubrificação e substituição do lubrificante é determinado por um estudo da natureza do lubrificante e checagem de temperatura, ruído e vibração do rolamento.

15.6.2 Observação do rolamento após o uso

Observe eventuais problemas que possam aparecer após o uso dos rolamentos ou durante inspeções de performance de rotina, e tome medidas para prevenir a reincidência de qualquer dano verificado. Para tipos de danos em rolamentos e medidas de prevenção, veja a seção 16.

