

12. Dispositivos Externos de Vedação

As vedações nos rolamentos tem duas funções principais: prevenir a saída de lubrificante e evitar a entrada no rolamento de poeira, água e outros contaminantes. Quando se faz a seleção de uma vedação deve-se considerar os seguintes fatores: o tipo de lubrificante (óleo ou graxa), a velocidade periférica da vedação, erros de ajuste do eixo, limitações de espaço, o atrito da vedação, o calor resultante e o custo.

Dispositivos de vedação possuem duas classificações: Vedações sem contato e vedações com contato.

- **Vedações sem contato:** As vedações sem contato tem uma folga entre o eixo e a capa do alojamento muito pequena. Em consequência disto o atrito é desconsiderado, fazendo com que este tipo de vedação seja apropriado para altas rotações.

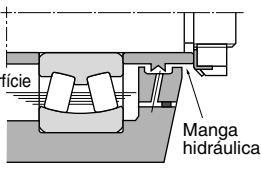
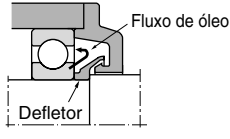
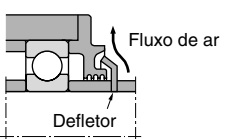
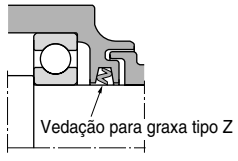
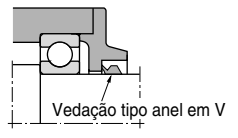
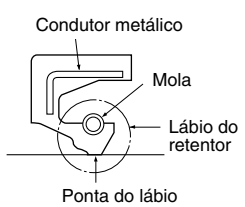
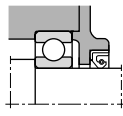
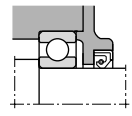
Para melhorar a capacidade de vedação, a folga entre o eixo e a capa do alojamento é usualmente preenchida com graxa.

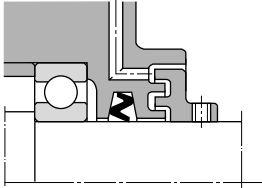
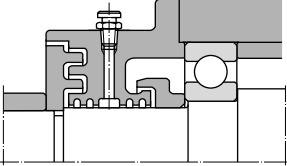
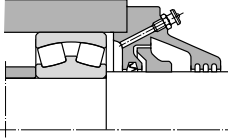
- **Vedações com contato:** Vedações com contato cumprem com sua ação vedante através do contato com pressão constante de uma parte elástica da vedação (o lábio é usualmente feito de borracha sintética), sobre a superfície a ser vedada. A eficiência das vedações com contato são geralmente muito superiores às das vedações sem contato, mesmo que o torque de atrito e o coeficiente de aumento de temperatura sejam mais altos. Além disso, em função de que o lábio da vedação tem contato com o eixo que gira, a velocidade periférica permissível varia dependendo do tipo da vedação.

É necessária a lubrificação na superfície de contato entre o lábio da vedação e o eixo. Óleo comum para rolamentos também pode ser utilizado para este propósito.

O quadro a seguir lista as características especiais das vedações e outros pontos que devem ser considerados quando se faz a seleção de uma vedação apropriada.

Tipo	Construção da vedação	Vedação	Considerações para seleção e características da vedação											
Vedação sem contato		Vedação com folga	Esta é uma vedação extremamente simples com uma pequena folga radial.											
		Vedação com ranhura de lubrificação (Ranhuras para óleo no lado do alojamento)	Várias ranhuras de lubrificação concêntricas são feitas no diâmetro interno do alojamento para melhorar o efeito vedante. Quando as ranhuras estão preenchidas com lubrificante, previne-se a penetração de contaminantes externos.	<p>Pontos de atenção em relação à seleção</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para promover a eficiência de vedação, a folga entre o eixo e o alojamento deve ser minimizada. Entretanto, deve-se tomar cuidado para manter a rigidez do eixo / rolamento e outros fatores que evitem o contato direto entre o eixo e o alojamento durante o funcionamento. <p>Folga da ranhura para óleo (referência)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Diâmetro do eixo mm</th> <th>Folga mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Até 50</td> <td>0.2~0.4</td> </tr> <tr> <td>50 ou acima</td> <td>0.5~1.0</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Largura da ranhura para óleo, profundidade (referência) Largura : 2~5 mm Profundidade : 4~5 mm • Devem ser feitas três ou mais ranhuras para óleo. • A eficiência de vedação poderá ser melhorada preenchendo-se a ranhura para óleo com graxa com viscosidade entre 150 e 200. • A graxa é geralmente utilizada como lubrificante para vedações tipo labirinto, e exceto em aplicações com baixas rotações, é comumente usado conjuntamente com outros dispositivos de vedação. 	Diâmetro do eixo mm	Folga mm	Até 50	0.2~0.4	50 ou acima	0.5~1.0				
	Diâmetro do eixo mm	Folga mm												
	Até 50	0.2~0.4												
	50 ou acima	0.5~1.0												
		Vedação com ranhura de lubrificação (Ranhuras para lubrificação no eixo e lado do alojamento)	As ranhuras de lubrificação são feitas em ambos os lados, no diâmetro externo do eixo e no diâmetro interno do alojamento para uma vedação com mais eficiência.											
	Vedação com labirinto axial	Esta vedação apresenta um labirinto no lado axial do alojamento.												
	Vedação com labirinto radial	Um labirinto é afixado no lado radial do alojamento. Para uso em alojamentos bipartidos; Isto oferece uma melhor eficiência de vedação do que vedações tipo labirinto axiais.												
	Vedação com labirinto alinhado	Este tipo de labirinto é inclinado e tem suficiente folga para prevenir o contato entre as saliências do alojamento e do eixo que se encontram com desalinhamentos angulares.												
			<p>Pontos de atenção em relação à seleção</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para promover a eficiência de vedação, a folga da passagem do labirinto deverá ser minimizada. Entretanto, deve-se tomar cuidado para manter a rigidez do eixo / rolamento, ajuste, folga interna e outros fatores para evitar o contato direto entre as saliências da vedação labirinto durante o funcionamento. <p>Folga do labirinto (referência)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Diâmetro do eixo mm</th> <th colspan="2">Folga mm</th> </tr> <tr> <th>Direção radial</th> <th>Direção axial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 50</td> <td>0.2~0.4</td> <td>1.0~2.0</td> </tr> <tr> <td>50~200</td> <td>0.5~1.0</td> <td>3.0~5.0</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • A eficiência de vedação poderá ser melhorada preenchendo-se o labirinto com graxa com viscosidade entre 150 e 200. • As Vedações tipo labirinto são apropriadas para aplicações com altas rotações. 	Diâmetro do eixo mm	Folga mm		Direção radial	Direção axial	~ 50	0.2~0.4	1.0~2.0	50~200	0.5~1.0	3.0~5.0
Diâmetro do eixo mm	Folga mm													
	Direção radial	Direção axial												
~ 50	0.2~0.4	1.0~2.0												
50~200	0.5~1.0	3.0~5.0												

Tipo	Construção da vedação	Vedação	Considerações para seleção e características da vedação																				
Vedação sem contato		Manga hidráulica	<p>Neste tipo, o óleo lubrificante que flui para fora do alojamento ao longo do eixo é jogado para fora através das saliências da manga hidráulica e recirculado.</p> <p>Providenciando um defletor dentro do alojamento, a força centrífuga guia o fluxo de óleo de volta para dentro do rolamento e ajuda a prevenir que ocorra a contaminação do meio ambiente de trabalho.</p> <p>Com a montagem de um defletor no lado externo do alojamento, a força centrífuga ajuda a impedir a entrada de pó e outros contaminantes sólidos.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Pontos de atenção em relação à seleção</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na instalação sobre o eixo com rotação, este tipo de vedação se utiliza da força centrífuga para ajudar a lubrificação, evitar o vazamento de lubrificante e a entrada de contaminantes. • A instalação de um defletor interno ao alojamento contribui para manter o lubrificante dentro. • A instalação de um defletor externo ao alojamento irá contribuir para uma maior proteção contra a entrada de pó e outros contaminantes de rolamentos. • Tais tipos de vedações são normalmente utilizados conjuntamente com outros dispositivos de vedação. </div>																				
		Defletor interno																					
		Defletor externo																					
Vedações com contato		Vedação para graxa tipo Z	<p>De seção transversal semelhante à letra "Z", o espaço vazio desta vedação é preenchido com graxa.</p> <p>A vedação é comumente utilizada com mancais de ferro fundido (alojamento para rolamentos)</p> <p>Este tipo aumenta a eficiência de vedação com o lábio que veda na direção axial. Com a ajuda da força centrífuga, esta vedação também oferece proteção efetiva contra pó, água, e a entrada de outros contaminantes no rolamento. Pode ser usada tanto para lubrificação a óleo como a graxa.</p> <p>Em velocidades periféricas acima de 12 m/s, o anel da vedação pode se soltar em função da força centrífuga, e torna-se necessária uma junta de pressão para fixá-lo no lugar.</p> <p>Os retentores de óleo são amplamente utilizados e suas formas e dimensões são padronizados conforme a norma JIS B 2402. Neste tipo, uma mola com o formato de um anel é introduzida no lábio, resultando num ótimo contato de pressão exercido entre a ponta do lábio e a superfície do eixo. Este tipo de retentor tem uma boa eficiência de vedação.</p> <p>Quando o retentor de óleo e o rolamento estão muito próximos a folga interna do rolamento pode ser reduzida pelo aquecimento produzido pelo retentor. Adicionalmente considerando o aumento de temperatura gerado pelo contato do retentor em várias velocidades periféricas, deve-se selecionar a folga interna do rolamento com muito cuidado.</p> <p>Dependendo da direção da face do lábio (em direção ao rolamento ou em direção para fora do rolamento) este protegerá contra o vazamento de óleo do alojamento ou da entrada de contaminantes.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Pontos de atenção em relação a seleção</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Velocidade periférica m/s</th> <th colspan="2">Rugosidade superficial</th> </tr> <tr> <th>Ra</th> <th>Rmax</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>~ 5</td> <td>0.8a</td> <td>3.2s</td> </tr> <tr> <td>5~10</td> <td>0.4a</td> <td>1.6s</td> </tr> <tr> <td>10~</td> <td>0.2a</td> <td>0.8s</td> </tr> </tbody> </table> <p>Material do eixo (referência)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>Material</td> <td>Aço carbono estrutural para máquinas, aço com baixo teor de carbono, aço inoxidável</td> </tr> <tr> <td>Dureza superficial</td> <td>HRC 40 ou acima se necessário HRC 55 ou acima se recomendável</td> </tr> <tr> <td>Método de processamento</td> <td>Retífica final sem repetição (movimento), ou polido após tratamento superficial de cromo duro</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Velocidade periférica m/s	Rugosidade superficial		Ra	Rmax	~ 5	0.8a	3.2s	5~10	0.4a	1.6s	10~	0.2a	0.8s	Material	Aço carbono estrutural para máquinas, aço com baixo teor de carbono, aço inoxidável	Dureza superficial	HRC 40 ou acima se necessário HRC 55 ou acima se recomendável	Método de processamento	Retífica final sem repetição (movimento), ou polido após tratamento superficial de cromo duro
	Velocidade periférica m/s	Rugosidade superficial																					
		Ra		Rmax																			
	~ 5	0.8a		3.2s																			
	5~10	0.4a		1.6s																			
10~	0.2a	0.8s																					
Material	Aço carbono estrutural para máquinas, aço com baixo teor de carbono, aço inoxidável																						
Dureza superficial	HRC 40 ou acima se necessário HRC 55 ou acima se recomendável																						
Método de processamento	Retífica final sem repetição (movimento), ou polido após tratamento superficial de cromo duro																						
	Vedação tipo anel em V																						
	Retentores de óleo																						
	A prova de pó																						
	Para prevenir o vazamento de óleo																						
<p>Rotação/temperatura permissível em função do tipo/material da vedação (referência)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Material/tipo da vedação</th> <th>Velocidade periférica permissível m/s ($v(m/s) = \frac{\pi \times d(mm) \times n(r/min)}{60.000}$)</th> <th>Temperatura permissível °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Borracha nitrílica</td> <td>16 ou menos</td> <td>-25 ~ +120</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Retentores Borracha</td> <td>acrílica</td> <td>26 ou menos</td> <td>-15 ~ +150</td> </tr> <tr> <td>fluoretada</td> <td>32 ou menos</td> <td>-30 ~ +200</td> </tr> <tr> <td>Vedação Z Borracha nitrílica</td> <td>6 ou menos</td> <td>-25 ~ +120</td> </tr> <tr> <td>Anel em V Borracha nitrílica</td> <td>40 ou menos</td> <td>-25 ~ +120</td> </tr> </tbody> </table>			Material/tipo da vedação	Velocidade periférica permissível m/s ($v(m/s) = \frac{\pi \times d(mm) \times n(r/min)}{60.000}$)	Temperatura permissível °C	Borracha nitrílica	16 ou menos	-25 ~ +120	Retentores Borracha	acrílica	26 ou menos	-15 ~ +150	fluoretada	32 ou menos	-30 ~ +200	Vedação Z Borracha nitrílica	6 ou menos	-25 ~ +120	Anel em V Borracha nitrílica	40 ou menos	-25 ~ +120		
Material/tipo da vedação	Velocidade periférica permissível m/s ($v(m/s) = \frac{\pi \times d(mm) \times n(r/min)}{60.000}$)	Temperatura permissível °C																					
Borracha nitrílica	16 ou menos	-25 ~ +120																					
Retentores Borracha	acrílica	26 ou menos	-15 ~ +150																				
	fluoretada	32 ou menos	-30 ~ +200																				
Vedação Z Borracha nitrílica	6 ou menos	-25 ~ +120																					
Anel em V Borracha nitrílica	40 ou menos	-25 ~ +120																					

Tipo	Construção da vedação	Vedação	Considerações para seleção e características da vedação
Vedações combinadas		Vedação Z + vedação labirinto	<p>Este é um exemplo de uma vedação axial tipo labirinto que foi combinada com uma vedação tipo Z para aumentar a eficiência de vedação. A vedação axial tipo labirinto é afixada ao eixo com um parafuso ou outro método. No diagrama do lado esquerdo, ambas as orientações, tanto do labirinto como da vedação Z são para fora, impedindo a entrada de poeira e outros contaminantes. Em razão da incorporação da vedação tipo Z, a velocidade periférica permissível não pode exceder 6 m/s.</p>
		Vedação labirinto + vedação com ranhura para lubrificação + defletor	<p>Este é um exemplo de uma combinação de três diferentes tipos de vedação sem contato. Tem a vantagem de prevenir tanto o vazamento de óleo pelo lado interno como a infiltração de poeira e outros contaminantes pelo lado externo. É amplamente utilizado em equipamentos laminadores e como sistema de vedação em mancais de ferro fundido em aplicações com extremas condições de poeira.</p>
		Vedação com ranhura para lubrificação + defletor + vedação Z	<p>Este é um exemplo onde foram combinadas uma vedação com ranhura para lubrificação com defletor juntamente com uma vedação tipo Z para aumentar a eficiência de vedação. No diagrama do lado esquerdo, todas as três vedações foram orientadas para manter a poeira e outros contaminantes fora do rolamento. Esta combinação é amplamente utilizada em equipamentos de laminação e como sistema de vedação em mancais de ferro fundido em aplicações com extremas condições de poeira.</p>