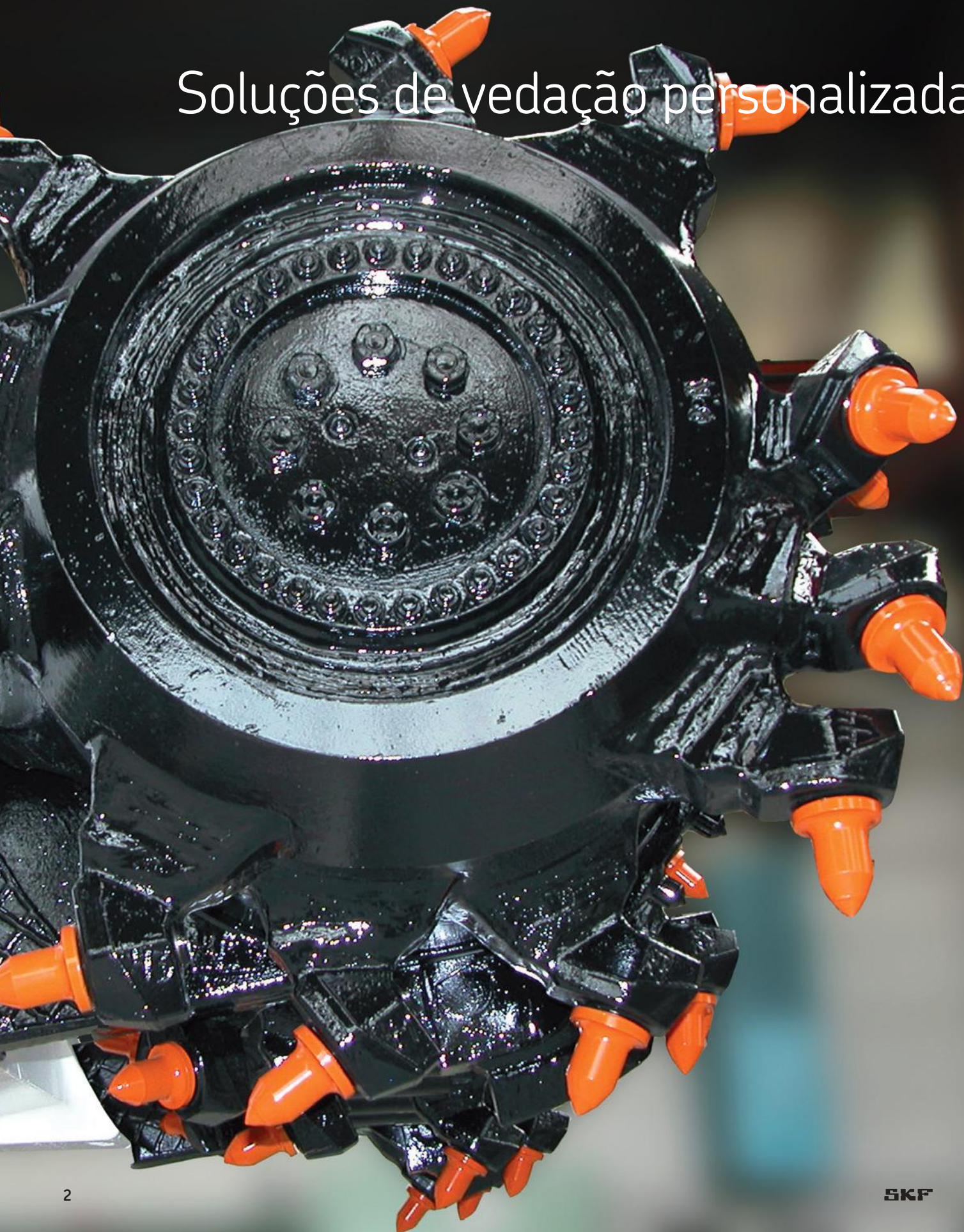


# Soluções de vedação para os setores de mineração, processamento de minérios e cimento

Vedações usinadas personalizadas e peças de plástico de engenharia



Soluções de vedação personalizadas





# para melhor desempenho de seu sistema

*A SKF é fornecedora de produtos altamente confiáveis de qualidade superior aos setores de mineração, processamento de minérios e cimento. Os clientes se beneficiam da abrangente experiência em campo e do extenso conhecimento da SKF em tecnologia de vedação.*

## Soluções de vedação otimizadas

A SKF ajuda os clientes a alcançar seus objetivos estratégicos:

- Segurança melhorada no trabalho
- Aumento da produtividade
- Efeitos reduzidos de contaminação
- Maior vida útil
- TCO (Custo total de operação) reduzido
- Consumo reduzido de meios de operação e de energia
- Maior MTBF (Tempo médio entre falhas)

A SKF fornece as opções mais flexíveis para os setores de mineração, processamento de minérios e cimento: soluções de vedação e Peças de plástico de engenharia avançadas (AEPP) para ambientes molhados, abrasivos e contaminantes.

## Competências

A SKF é uma das principais fornecedoras de soluções de vedação de engenharia padrão e personalizadas.

Com base em muitos anos de experiência, especialmente na área de máquinas de mineração, a SKF pode apoiar os setores com

- análise de solução no local;
- engenharia de aplicação;
- desenvolvimento de material para soluções de alta velocidade, maior resistência ao desgaste, redução do atrito, etc.;
- soluções integradas que consistem em vedações e em peças de plásticos de engenharia avançadas;



- disponibilidade "Just-in-Time" de vedações padrão e soluções de vedação personalizadas;
- vedações moldadas para pedidos de volume mais alto.

Os clientes se beneficiam da flexibilidade e dos prazos de entrega curtos para vedações personalizadas. As vedações usinadas da SKF sempre são feitas com materiais de alto desempenho e abrangem os seguintes grupos de produtos:

- Sistemas de vedação hidráulicos e pneumáticos;
- Soluções de vedação para distribuidores e juntas rotativas;
- Vedações radiais;
- Anéis de vedação em "V";

- Juntas para conexões de flange;
- Vedações estáticas e anéis em "O";
- Peças de plástico de engenharia avançadas.

Encontrar a solução de vedação mais adequada é uma tarefa complexa e gratificante. A experiência da SKF mostra que um sistema de vedação sempre pode ser otimizado.



# A solução de vedação certa para condições extremas

*Sempre que redução de custos de manutenção, maior produtividade ou mais confiabilidade de processos forem importantes – a SKF estará presente com soluções de vedação usinadas melhoradas para os setores de mineração, processamento de minérios e cimento.*

Os pontos a seguir são essenciais ao selecionar a vedação certa para as condições operacionais adversas dos setores de mineração, processamento de minérios e cimento.

## Ambiente operacional

A finalidade da vedação é manter fluidos de operação ou lubrificantes no sistema e/ou contaminantes fora.

Contaminação agressiva pode ser uma preocupação. Partículas abrasivas, fluidos de resfriamento ou emulsões podem afetar a peça vedada da máquina.

## Fluidos

Fluidos afetam o sistema de vedação de várias maneiras. O material de vedação tem que ser compatível com fluidos internos ou externos. Eles podem ser lubrificantes, líquidos refrigerantes, meio de operação em um sistema hidráulico, mas também meios limpa auxiliar ou de montagem.

## Condições operacionais

O impacto do tipo, da velocidade e da duração do movimento no lábio de vedação é crítico. O movimento pode ser linear, rotativo ou articulado, contínuo ou descontínuo. Pressões de operação, assim como possíveis picos de pressão relacionados ao sistema e à aplicação, também devem ser consideradas.

Temperaturas elevadas também podem afetar a vedação e seu desempenho. Na maioria dos casos, a temperatura do meio e a velocidade do movimento determinam a temperatura real no lábio de vedação, mas

uma temperatura ambiente elevada também pode afetar o desempenho da vedação.

## Projeto da máquina

O fluido de operação determina a seleção da vedação em equipamentos rotativos bem como alternativos.

Em equipamentos rotativos, a máquina pode ser lubrificada com graxa, óleo ou óleo-ar. Em uma aplicação alternativa, o fluido de operação pode ser óleo hidráulico, fluido à base de água ou ar comprimido.

O desalinhamento do eixo deve ser considerado ao escolher o projeto do lábio de vedação para aplicações rotativas. O desalinhamento entre eixo e furo (STBM) e o desvio dinâmico (DRO) também são relevantes. Para máquinas alternativas de grande porte, o desalinhamento da haste também pode ser preocupante. A condição estrutural da superfície de apoio da vedação afeta muito o desempenho da vedação.

O projeto da carcaça e sua condição estrutural determinam o projeto da vedação. Carcaças abertas requerem uma solução de vedação de autorretenção. Carcaças fechadas proporcionam um ajuste perfeito para

vedações elastoméricas. A SKF fornece vedações personalizadas para dimensões de carcaça padrão e não padrão.

## Melhorias em potencial

Por fim, os indicadores mais importantes para possíveis melhorias são o desempenho de vedações existentes e os motivos para falhas de vedações e/ou substituição necessária de vedações.

O desempenho da vedação pode afetar a produtividade, a confiabilidade do processo, o MTBF e as programações de manutenção. Otimizar uma solução de vedação pode ser uma tarefa complexa.

A SKF aplica sua experiência ao ambiente operacional específico dos clientes para identificar em conjunto os potenciais de otimização de sistemas e redução de custos (em termos de TCO) gerados por uma solução de vedação otimizada.





# Vedações usinadas – o conceito flexível

*A SKF é uma das principais fabricantes no mercado global de vedações usinadas personalizadas, especializando-se em serviços de vedação completos para os setores de mineração, processamento de minérios e cimento. A SKF atende muitos países no mundo inteiro com sua rede de vendas global.*



## Vedações padrão

- Vedações em dimensões padrão
- Ampla variedade de materiais
- Disponibilidade imediata



## Vedações personalizadas

- Perfis de vedação padrão modificados de acordo com requisitos específicos
- Dimensões praticamente ilimitadas
- Ampla variedade de materiais
- Disponibilidade imediata (aprox. 24 horas)



## Vedações de engenharia personalizada

- Serviço de engenharia de aplicação
- Soluções de vedação projetadas de acordo com o cliente
- Dimensões e perfis praticamente ilimitados
- Ampla variedade de materiais
- Prazo de entrega curto

Devido ao processo de produção flexível, a SKF pode fornecer vedações padrão e especiais em dimensões personalizadas e materiais de vedação de alto desempenho de até 4 000 mm de diâmetro como uma só peça. Grandes vedações com diâmetros de até 10 000 mm e acima são montadas usando uma técnica especial de soldagem. Os centros de competência de vedações usinadas da SKF oferecem disponibilidade global com atendimento verdadeiramente local, muito próximo do cliente final. Em alguns locais selecionados, também é possível encontrar:

## Peças de plástico de engenharia avançadas

Peças torneadas, fresadas e moldadas feitas de materiais plásticos de alto desempenho.

## Outros mercados e serviços

Manutenção e reparo de cilindros hidráulicos e pneumáticos; juntas e produtos fabricados usando a tecnologia de corte por jato de água.







# Grande variedade de aplicações de vedação

*A SKF fornece uma grande variedade de vedações personalizadas para máquinas nos setores de mineração, processamento de minérios e cimento, abrangendo kits de vedações hidráulicas com pistão, vedações de haste e anéis raspadores, vedações rotativas, vedações de lábios múltiplos e soluções de engenharia personalizadas para diversas aplicações.*

## Mineração subterrânea

- Mineradoras contínua e tesouras “longwall”
- Sistemas de sustentação de telhados
- Carros de transporte
- Pessoal especializado e veículos de serviço
- Sistemas de aparafusamento de telhados
- Unidades de furação
- Sistemas de transporte

## Mineração a céu aberto

- Sistemas hidráulicos e mecânicos de cabo de arrasto
- Sistemas hidráulicos e mecânicos de escavadeiras mecânicas
- Sistemas hidráulicos de carregadores
- Veículos de transporte
- Sistemas hidráulicos de veículos de transporte
- Unidades de manutenção de estradas de transporte e mineração
- Bulldozers
- Sistemas hidráulicos de bulldozers e vedação de pinos de esteiras
- Sistemas de transporte
- Unidades de acionamento e de cauda de sistemas de transporte
- Sistemas de raspadores de correia

- Britadores
- Unidades de quebra e britamento
- Equipamentos de oficina e manutenção
- Brocas

## Processamento

- Unidade de lavagem, bombas, redutores de engrenagens
- Sistemas de acionamento de munhão e redutor de engrenagens de moinhos de bolas e semiautôgenos
- Sistemas de carga e descarga a granel
- Sistemas hidráulico e de acionamento de escavadeiras de roda de caçamba

## A SKF oferece soluções de vedação econômicas de elementos bipartidos para reforma de:

- Redutores de engrenagens e unidades de acionamento
- Bombas
- Vedações de difícil acesso
- Vedações de eixo/haste desgastadas
- Sistemas de acionamento de munhão e redutor de engrenagens de moinhos de bolas e semiautôgenos (onde desmontagem demorada é um problema caro)





## ① Soluções para cilindros de apoio de transportadores

Ao transportar escória fundida, as temperaturas fora da panela de escória podem ultrapassar 120 °C.

Os cilindros de apoio ficam muito perto da panela de escória e, portanto, o anel raspador fica exposto a essas altas temperaturas.

A substituição do anel raspador de latão bipartido, retido com uma mola ondulada, por um anel raspador de PEEK de uma peça não só diminuiu muito a incidência da entrada, como também simplificou a instalação. Ao introduzir o perfil de vedação apropriado em conjunto com materiais de alto desempenho (SKF Ecorubber-2), a SKF criou um processo de instalação muito mais simples e também melhorou a raspagem resultando em ampliação significativa da vida útil.

## ② Vedações para aplicações de grande diâmetro

Na mineração e no processamento de minérios, a desmontagem de máquinas de grande porte para substituição de vedações é uma tarefa demorada e os custos relacionados a tempos de parada são consideráveis.

### Soldagem de vedações de poliuretano de grande diâmetro

A SKF desenvolveu um procedimento que permite soldar vedações de poliuretano de grande diâmetro no local mantendo a capacidade total de vedação. Para a SKF, a instalação de vedações de substituição é um processo comum que permite que os clientes mantenham o tempo de parada de produção em níveis mínimos.

### Conjuntos de vedações bipartidas

O acesso a vedações frequentemente é limitado, especialmente em redutores de engrenagens, pois a unidade de acionamento e o acoplamento devem ser removidos para facilitar a substituição de uma vedação.

Reformando com uma vedação personalizada feita de SKF Ecorubber-2 (FKM), as substituições podem ser concluídas em aproximadamente uma hora. Além disso, as exclusivas características do projeto da vedação ampliaram a vida útil da vedação em comparação com às vedações rotativas padrão.

## ③ Vedações para moinhos de bolas e semiautógenos

O ambiente de trabalho adverso de moinhos de bolas e semiautógenos e seu tamanho proporcionam um dilema desafiador. A vedação deve fornecer funções de inclusão de óleo superiores, bem como ser capaz de excluir materiais estranhos da câmara do rolamento, mesmo durante a lavagem.

### Atualização da vedação do munhão

Uma vedação de lábio duplo especial de engenharia, também disponível na configuração de lábio triplo para inclusão de óleo, é uma vedação bipartida projetada para minimizar o tempo de parada. O G-ECOPUR proporciona vida útil longa para vedações, bem como desgaste reduzido na superfície do munhão. A instalação de purga incorporada à vedação permite a remoção de contaminantes e, portanto, aumenta ainda mais a vida útil da vedação.

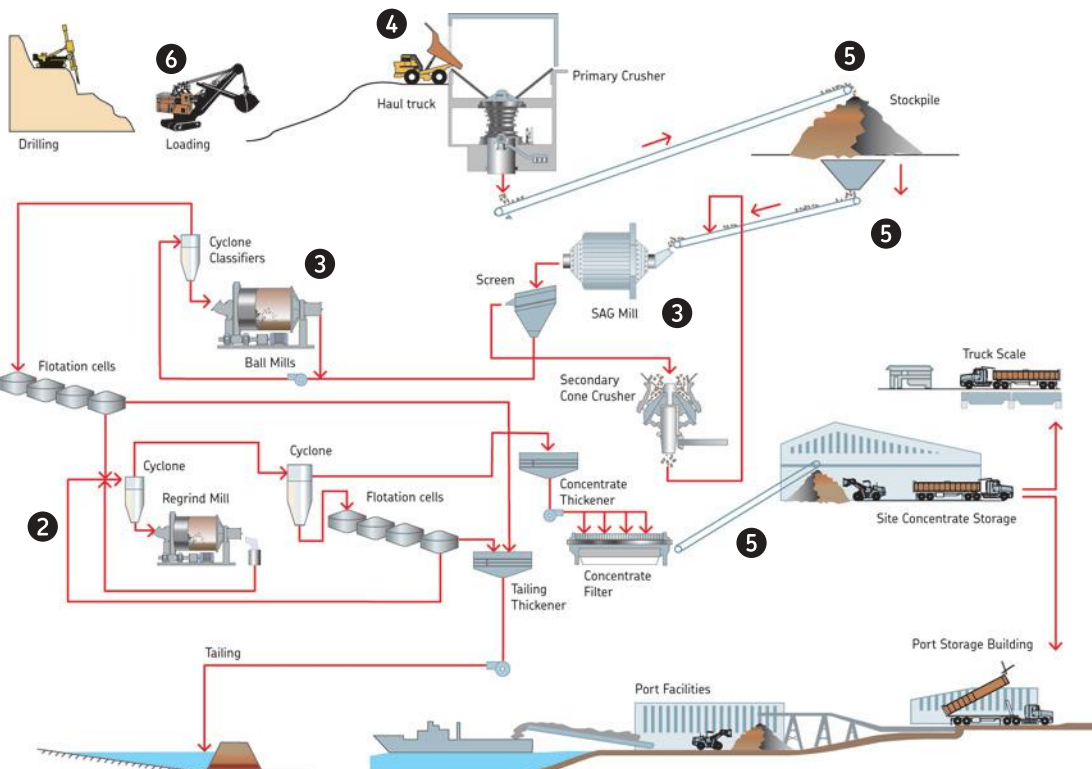
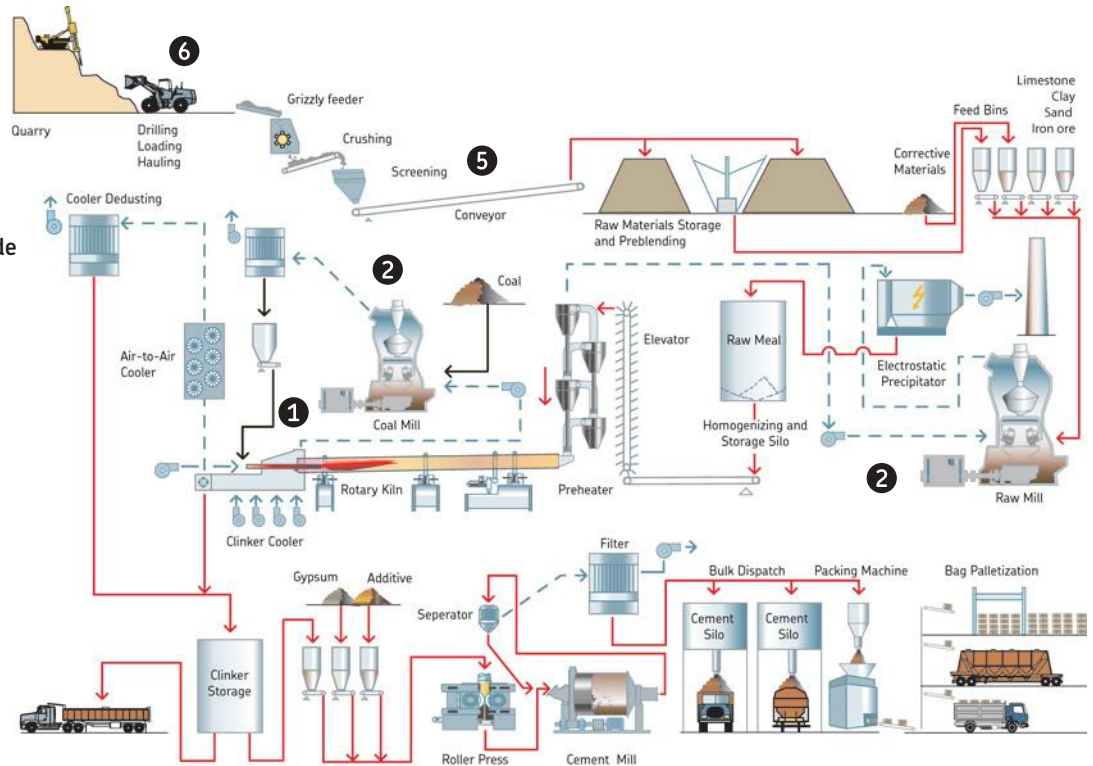
Este projeto de vedação tem desempenho comprovado em locais de mineração remotos em algumas das condições mais adversas do mundo.



# Cimento e processo de mineração

## Cimento

- 1 Alta temperatura
- 2 Vedações de grande diâmetro
- 3 Desgaste e confiabilidade



## Mineração

- 4 Velocidade de deslizamento
- 5 Funcionalidade
- 6 Pressão



#### ④ Vedações para cilindros de suspensão traseiros

O setor de mineração pode enfrentar muitas condições adversas e variadas, às vezes até inesperadas e imprevistas.

Os cilindros de suspensão de caminhões transportadores são projetados para operar em velocidades relativamente baixas e cursos totais ao transportar uma carga útil completa. Mas, quando os caminhões estão vazios, o comprimento do curso é muito reduzido e a velocidade aumenta muito, dependendo das condições da superfície da via.

O curso mais curto, combinado com a velocidade maior, resulta em menos lubrificação, mais atrito e, por fim, falha. Modificando o perfil S03-P padrão e introduzindo o poliuretano S-ECOPUR modificado para maior resistência ao atrito, a SKF conseguiu ampliar significativamente a vida útil da vedação.

#### ⑤ Vedação de rolamento das rodas-guia de transportadores de mineração de carvão

Empilhamento e recuperação do carvão são funções necessárias realizadas usando uma empilhadeira/retomadora. Carregar carvão em uma correia de transporte requer um raspador para remover o pó de carvão úmido da correia. O raspador de correia é guiado por rodas, que estão sujeitas a condições muito agressivas.

A solução original, que consiste em uma vedação de labirinto e uma vedação de eixo rotativo, falhou devido à pó de carvão, provocando alto desgaste e falhas do rolamento. A SKF fornece uma solução de vedação para substituir o arranjo de vedação padrão. Usando uma vedação especialmente projetada feita de H-ECOPUR resistente à abrasão e incluindo uma tira de desgaste feita de SKF Ecotex como uma superfície de apoio para o segmento do anel raspador, são necessárias apenas pequenas mudanças na carcaça da vedação existente. A vida útil do rolamento foi prolongada de 6 semanas (pior cenário) para aproximadamente 2 anos com o mínimo de manutenção. Com base na geometria da vedação, também ficou fácil a relubrificação dos rolamentos.

#### ⑥ Vedações para cilindros de elevação e inclinação

As condições extremamente adversas e variadas enfrentadas por caminhões transportadores em locais de mineração em todo o mundo podem pôr à prova vedações e materiais de vedação padrão. A SKF oferece uma ampla variedade de materiais e perfis de vedação apropriados para as condições dos invernos mais frios, por exemplo, no Canadá, assim como para a alta umidade encontrada em lugares como o sudeste da Ásia.

A SKF pode analisar causas de falhas prematuras de vedações e projetar e fabricar uma solução com tempo de parada mínimo e desempenho máximo, especialmente para ampliar a vida útil das vedações.





# Otimizadas para o desempenho do seu sistema

*Com mais de 100 anos de experiência, a SKF fornece soluções de vedação avançadas e satisfaz os requisitos de aplicações e processos dos setores de mineração, processamento de minérios e cimento. Esse foco levou ao desenvolvimento de produtos e materiais novos e confiáveis especificamente criados, projetados e otimizados para o desempenho de seu sistema.*

Após um estudo detalhado da operação e das necessidades do cliente, a SKF verificará sua lista abrangente de produtos padrão para encontrar uma solução apropriada. Ou, a SKF pode desenvolver soluções personalizadas.

A abordagem de serviço total exclusiva da SKF fornece uma solução com vantagens

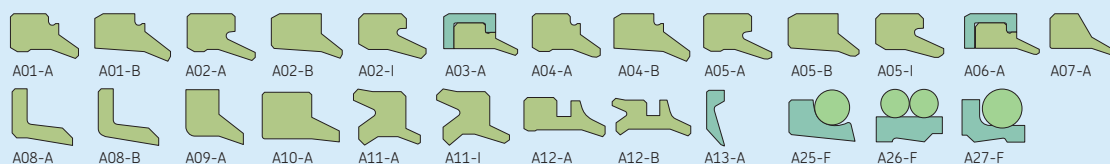
consideráveis em relação a arranjos convencionais. Com o sistema SKF SEAL JET, a SKF fornece vedações em uma ampla variedade de tamanhos diferentes e oferece soluções de vedação econômicas sob demanda – sem nenhum custo com ferramentas ou atrasos.



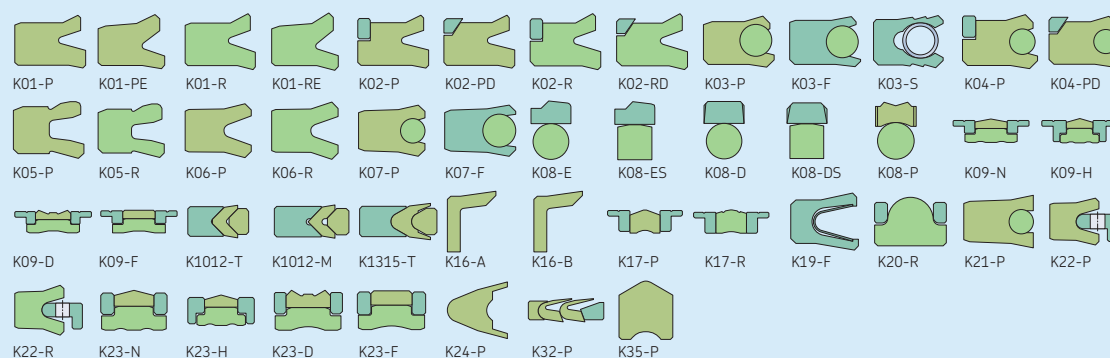


# Perfis de vedação usinada padrão

## Anéis raspadores



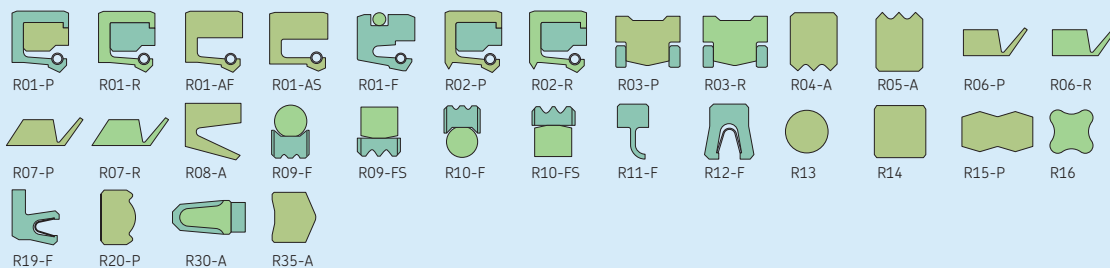
## Vedações de pistão



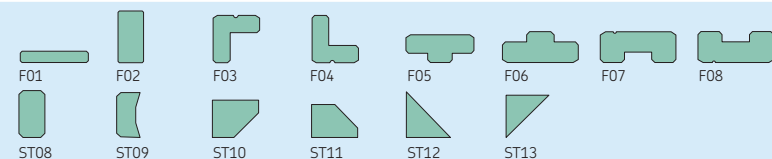
## Vedações de haste



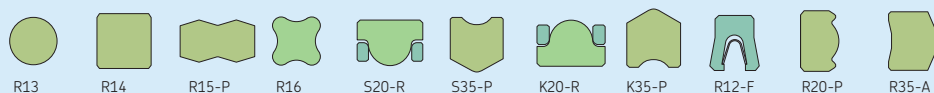
## Vedações rotativas



## Anéis-guia e de apoio



## Anéis em "O" e vedações estáticas





# Materiais para os setores de mineração, processamento de minérios e cimento

*A seleção apropriada dos materiais de vedação para uma aplicação específica é um fator-chave com relação à conformidade de segurança. A SKF desenvolveu uma ampla variedade de materiais de vedação de alta qualidade para satisfazer essas demandas.*

## Poliuretanos

Poliuretanos oferecem excepcionais propriedades mecânicas, baixa deformação permanente por compressão, melhor resistência

à abrasão e a mais alta resistência entre os materiais de vedação elastoméricos.

**ECOPUR (TPU)** oferece alta compatibilidade com óleos e graxas minerais/sintéticos.

**H-ECOPUR (TPU)** é um material resistente à hidrólise. Usado especialmente com fluidos hidráulicos à base de água.

**S-ECOPUR (TPU)** é um TPU (elastômero de poliuretano termoplástico) autolubrificante com lubrificantes sólidos otimizados para reduzir o atrito e melhorar a resistência ao desgaste. Portanto, este material é mais adequado para a maioria das aplicações severas em sistemas hidráulicos à base de água, bem como em sistemas pneumáticos não lubrificados.

**X-ECOPUR (TPU)** oferece excepcionais propriedades de atrito e desgaste, bem como resistência à alta pressão. Portanto, o material é muito adequado ao uso como uma vedação de material composto, para anéis raspadores em aplicações de serviço pesado e para peças de plástico de engenharia.



## Elastômeros

**Elastômeros** ou borrachas são os materiais usados mais frequentemente para vedações e juntas em aplicações de baixa a média pressão com boa resistência química.

**SKF Ecorubber-1 (NBR)** é mais comum para aplicações gerais.

**SKF Ecorubber-H (HNBR)** oferece maior resistência térmica e à abrasão do que o NBR.

**SKF Ecorubber-2 (FKM / FPM)** oferece maior resistência térmica, química e à abrasão e geralmente é formulado de acordo com os requisitos FRAS.

**SKF Ecosil (MVQ)** oferece excelente resistência química.



## PTFE e seus compostos

Onde elastômeros não fornecem resistência química ou térmica suficiente, os materiais compostos de SKF Ecoflon (PTFE) de alto desempenho com alta resistência química e térmica são apropriados.

## Termoplásticos e materiais especiais

Estão disponíveis materiais especiais de grau duro com excepcional resistência ao desgaste para aplicações mecânicas ou componentes antiextrusão para controlar pressões extremas, como o SKF Ecopaek (AUGE) ou o SKF Ecotal (POM).





# Materiais de vedação

## Poliuretanos

A SKF desenvolveu muitos materiais de vedação de alto desempenho. Especificamente, os poliuretanos possuem excelentes propriedades mecânicas que superam o desempenho de muitos outros materiais de vedação elastoméricos (como borrachas). Os possíveis limites de aplicação são resistência química e, em alguns casos, temperaturas muito altas. Para obter informações adicionais, entre em contato com os centros de competência SKF para vedações usinadas.

| Material  |                         | Cor             | Propriedades                                                                                                                                                             |
|-----------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ECOPUR    | (TPU/TPE-U, 95 Shore A) | Verde           | Recomendado para aplicações hidráulicas, boa resistência química                                                                                                         |
| H-ECOPUR  | (TPU/TPE-U, 95 Shore A) | Vermelho        | Excelente resistência química contra fluidos à base de água                                                                                                              |
| S-ECOPUR  | (TPU/TPE-U, 95 Shore A) | Cinza/preto     | Excelente desempenho de deslizamento, propriedades mecânicas e químicas similares ao H-ECOPUR                                                                            |
| T-ECOPUR  | (TPU/TPE-U, 95 Shore A) | Azul            | Grau de baixa temperatura, excelente flexibilidade a frio, resistência química limitada                                                                                  |
| G-ECOPUR  | (CPU, 95 Shore A)       | Vermelho        | Elastômero de poliuretano fundido (CPU) resistente à hidrólise com propriedades similares ao H-ECOPUR.                                                                   |
| X-ECOPUR  | (TPU, 57 Shore D)       | Verde escuro    | Maior resistência à pressão e à extrusão, recomendado para vedações de material composto, resistência química similar ao ECOPUR.                                         |
| XH-ECOPUR | (TPU, 60 Shore D)       | Vermelho escuro | Maior resistência à pressão e à extrusão, recomendado para vedações de material composto, resistência química similar ao H-ECOPUR.                                       |
| XS-ECOPUR | (TPU, 57 Shore D)       | Cinza escuro    | Maior resistência à pressão e à extrusão, recomendado para vedações de material composto, resistência química similar ao H-ECOPUR, excelente desempenho de deslizamento. |

## Elastômeros

Graus padrão de borracha de alta qualidade, com as características amplamente conhecidas de materiais elastoméricos, boa resistência química, mas limitações nas propriedades mecânicas. Para obter informações adicionais, entre em contato com os centros de competência SKF para vedações usinadas.

| Material        |                        | Cor                | Propriedades                                                                          |
|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| SKF Ecorubber-1 | (NBR, 85 Shore A)      | Preto              | Grau padrão, boa resistência química                                                  |
| SKF Ecorubber-H | (HNBR, 85 Shore A)     | Preto              | Grau padrão com boas propriedades mecânicas e químicas                                |
| SKF Ecorubber-2 | (FKM, FPM, 85 Shore A) | Marrom             | Grau padrão com boa resistência química                                               |
| SKF Ecorubber-3 | (EPDM, 85 Shore A)     | Preto              | Grau padrão com boas propriedades mecânicas, recomendado para injeção de vapor        |
| SKF Ecosil      | (MVQ, 85 Shore A)      | Marrom avermelhado | Borracha de silicone com alta resistência contra intempéries, ozônio e envelhecimento |
| SKF Ecoflas     | (TFE/P, 83 Shore A)    | Preto              | Fluoroelastômero com excelente resistência à água quente e ao vapor                   |



### Materiais termoplásticos e especiais <sup>1)</sup>

Materiais termoplásticos e especiais reforçados com fibra de vidro com excelentes propriedades mecânicas. Para obter informações adicionais, entre em contato com centro de competências SKF para vedações usinadas.

| Material    |                                                               | Cor           | Propriedades                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|---------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SKF Ecomid  | (PA)                                                          | Preto         | Grau padrão com boas propriedades mecânicas (também estão disponíveis graus reforçados preenchidos com vidro para mais resistência à pressão)<br>OBSERVAÇÃO: Não deve ser usado em água ou ambientes úmidos. |
| SKF Ecotal  | (POM)                                                         | Preto         | Grau padrão com boas propriedades mecânicas (também estão disponíveis graus reforçados preenchidos com vidro para mais resistência à pressão)                                                                |
| SKF Ecopaek | (PEEK)                                                        | Creme/preto   | Excepcional resistência mecânica, química e térmica                                                                                                                                                          |
| SKF Ecotex  | (material de tecido reforçado em base de resina de poliéster) | Laranja claro | Alta resistência ao desgaste e à pressão                                                                                                                                                                     |

### PTFE e seus compostos <sup>2)</sup>

Materiais compostos de PTFE de alto desempenho com a mais elevada resistência química e térmica, otimizados para aplicações de vedação. Para obter informações adicionais, entre em contato com os centros de competência SKF para vedações usinadas.

| Material       |                            | Cor    | Propriedades                                                                        |
|----------------|----------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| SKF Ecoflon 1  | (PTFE, virgem)             | Branco | Alta resistência química                                                            |
| SKF Ecoflon 2  | (PTFE, 15% vidro, 5% MOS2) | Cinza  | Boas propriedades mecânicas                                                         |
| SKF Ecoflon 3  | (PTFE, 40% bronze)         | Bronze | Boas propriedades tribológicas, resistência à alta pressão                          |
| SKF Ecoflon 3F | (PTFE, 40% bronze)         | Verde  | Excelente resistência à extrusão, outras propriedades compatíveis com SKF Ecoflon 3 |
| SKF Ecoflon 4  | (PTFE, 25% carbono)        | Preto  | Alta resistência ao desgaste e à pressão                                            |
| SKF Ecoflon 5  | (PTFE, modificado)         | Branco | Grau modificado não preenchido para mais resistência à pressão e ao deslizamento    |

<sup>1)</sup> A SKF também oferece uma ampla variedade de materiais termoplásticos individuais especialmente projetados para anéis-guia, anéis de apoio, etc.

<sup>2)</sup> A SKF também oferece uma ampla variedade de compostos orgânicos e inorgânicos, como PTFE + vidro, PTFE + grafite (injeção de vapor), PTFE + EKONOL, PTFE + PI, PTFE + PEEK, etc.



# Propriedades

| Poliuretanos                                       |                  |                   |        |                                    |                                   |                               |                                    |                       |                                                  |                                                 |
|----------------------------------------------------|------------------|-------------------|--------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Propriedades                                       | DIN              | Unidade           | ECOPUR | H-ECOPUR<br>resistente à hidrólise | S-ECOPUR<br>lubrificantes sólidos | T-ECOPUR<br>baixa temperatura | G-ECOPUR<br>resistente à hidrólise | X-ECOPUR<br>grau duro | XH-ECOPUR<br>grau duro<br>resistente à hidrólise | XS-ECOPUR<br>grau duro<br>lubrificantes sólidos |
|                                                    |                  |                   | TPU    | TPU                                | TPU                               | TPU                           | TPU                                | TPU                   | TPU                                              | TPU                                             |
| Cor padrão                                         | –                | –                 | Verde  | Vermelho                           | Cinza/<br>preto                   | Azul                          | Vermelho                           | Verde<br>escuro       | Vermelho<br>escuro                               | Cinza<br>escuro                                 |
| Dureza medida por durômetro <sup>1)</sup>          | 53505            | Shore A           | 95 ±2  | 95 ±2                              | 95 ±2                             | 95 ±2                         | 95 ±2                              | 97 ±2                 | 97 ±2                                            | 97 ±2                                           |
| Dureza medida por durômetro <sup>1)</sup>          | 53505            | Shore D           | 48 ±3  | 48 ±3                              | 48 ±3                             | 48 ±1                         | 47 ±3                              | 57 ±3                 | 60 ±3                                            | 58 ±3                                           |
| Densidade                                          | EN ISO<br>1183-1 | g/cm <sup>3</sup> | 1,2    | 1,2                                | 1,23                              | 1,17                          | 1,17                               | 1,21                  | 1,22                                             | 1,25                                            |
| <b>Propriedades mecânicas</b>                      |                  |                   |        |                                    |                                   |                               |                                    |                       |                                                  |                                                 |
| Teste de tração <sup>2)</sup>                      |                  |                   |        |                                    |                                   |                               |                                    |                       |                                                  |                                                 |
| – Resistência à tração <sup>3)</sup>               | 53504            | MPa               | ≥ 40   | ≥ 50                               | 50                                | ≥ 50                          | ≥ 45                               | 50                    | 50                                               | 43                                              |
| – alongação na ruptura <sup>3)</sup>               | 53504            | %                 | ≥ 430  | ≥ 330                              | 400                               | ≥ 450                         | ≥ 280                              | 400                   | 350                                              | 350                                             |
| – 100% módulos <sup>3)</sup>                       | 53504            | MPa               | 12     | ≥ 13                               | 17                                | ≥ 12                          | ≥ 11                               | 21                    | 25                                               | 25                                              |
| Deformação permanente por compressão <sup>4)</sup> |                  |                   |        |                                    |                                   |                               |                                    |                       |                                                  |                                                 |
| – após 22 h a 100 °C                               | ISO 815          | %                 | –      | –                                  | –                                 | –                             | –                                  | –                     | –                                                | –                                               |
| – após 22 h a 175 °C                               | ISO 815          | %                 | –      | –                                  | –                                 | –                             | –                                  | –                     | –                                                | –                                               |
| – após 24 h a 70 °C / 20% de deformação            | –                | %                 | ≤ 30   | ≤ 27                               | 25                                | –                             | ≤ 30                               | 24                    | 26                                               | 30                                              |
| – após 24 h a 100 °C / 20% de deformação           | –                | %                 | ≤ 35   | ≤ 33                               | 30                                | –                             | ≤ 40                               | 29                    | 30                                               | 35                                              |
| – após 70 h a 70 °C / 20% de deformação            | –                | %                 | 20     | 20                                 | –                                 | 20                            | 20                                 | –                     | –                                                | –                                               |
| Resistência ao rasgamento                          | ISO 34-1         | N/mm              | ≥ 100  | ≥ 100                              | 120                               | 80                            | ≥ 40                               | 140                   | 170                                              | 180                                             |
| Resiliência ao recuo                               | 53512            | %                 | 42     | 29                                 | –                                 | 50                            | 43                                 | –                     | –                                                | –                                               |
| Abrasão                                            | DIN ISO<br>4649  | mm <sup>3</sup>   | 18     | 17                                 | 21                                | 15                            | 25                                 | 18                    | 20                                               | 29                                              |
| <b>Propriedades térmicas</b>                       |                  |                   |        |                                    |                                   |                               |                                    |                       |                                                  |                                                 |
| Temperatura de serviço máx.                        | –                | °C                | +110   | +110                               | +110                              | +110                          | +110                               | +110                  | +110                                             | +110                                            |
| Temperatura de serviço mín.                        | –                | °C                | –30    | –20                                | –20                               | –50                           | –30                                | –30                   | –20                                              | –20                                             |

<sup>1)</sup> Corpos de prova com 6,3 mm de espessura.  
<sup>2)</sup> Corpos de prova: Tipo S 2.  
<sup>3)</sup> Velocidade de teste: 200 mm/min.  
<sup>4)</sup> Testes foram executados em discos com Diâm. 13 x 6,3 mm. Compressão nominal 20% (TPUs) e 15% (elastômeros). Os corpos de prova são armazenados em temperatura elevada em um forno de circulação de ar por períodos definidos. Deformação permanente por compressão representa a porcentagem de deflexão, que não retornou à sua forma original.



## Elastômeros

| SKF<br>Ecorubber-1 | SKF<br>Ecorubber-H | SKF<br>Ecorubber-2 | SKF<br>Ecorubber-3 | SKF<br>Ecosil         | SKF<br>Ecoflas |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------|
| NBR                | HNBR               | FKM,<br>FPM        | EPDM               | MVQ                   | TFE/P          |
| Preto              | Preto              | Marrom             | Preto              | Marrom<br>avermelhado | Preto          |
| 85 ±5              | 85 ±5              | 85 ±5              | 85 ±5              | 85 ±5                 | 83 ±5          |
| 36                 | 34                 | 34                 | 34                 | 34                    | 31             |
| 1,31               | 1,22               | 2,3                | 1,22               | 1,52                  | 1,60           |
| ≥ 16               | ≥ 18               | ≥ 8                | ≥ 12               | ≥ 7                   | 13             |
| ≥ 130              | ≥ 180              | ≥ 200              | ≥ 110              | ≥ 130                 | 220            |
| ≥ 11               | ≥ 10               | ≥ 5                | ≥ 9                | ≥ 5                   | 8              |
| ≤ 15               | ≤ 22               | –                  | ≤ 15               | –                     | –              |
| –                  | –                  | ≤ 20               | –                  | ≤ 15                  | 29             |
| –                  | –                  | –                  | –                  | –                     | –              |
| –                  | –                  | –                  | –                  | –                     | –              |
| –                  | –                  | –                  | –                  | –                     | –              |
| 20                 | 30                 | 21                 | 15                 | 44                    | –              |
| 28                 | 29                 | 7                  | 38                 | 8                     | 19             |
| 90                 | 90                 | 150                | 120                | –                     | 110            |
| +100               | +150               | +200               | +150               | +200                  | +200           |
| –30                | –25                | –20                | –50                | –60                   | –10            |



# Propriedades

## Termoplásticos

| Propriedades                                                             | DIN        | Unidade           | SKF Ecomid            | SKF Ecotal             | SKF Ecopps             | SKF Ecopaek |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------|
| Cor padrão                                                               | –          | –                 | PA 6 G Preto          | POM-C Natural/preto    | PPS Bege               | PEEK Creme  |
| Densidade                                                                | EN ISO1183 | g/cm <sup>3</sup> | 1,15                  | 1,4                    | 1,35                   | 1,30        |
| Dureza Shore D (3 s)                                                     | 53505      | Shore D           | 77                    | 82                     | –                      | 87          |
| Dureza por endentação de esfera <sup>1)</sup>                            | 2039-1     | N/mm <sup>2</sup> | 125                   | 135                    | –                      | –           |
| <b>Absorção de água</b>                                                  |            |                   |                       |                        |                        |             |
| – após 24 h de imersão em água a 23 °C <sup>2)</sup>                     | ISO 62     | %                 | 0,65                  | 0,24                   | –                      | 0,06        |
| – na saturação em ar a 23 °C / 50% UR                                    | –          | %                 | 2,2                   | 0,2                    | –                      | 0,2         |
| <b>Propriedades térmicas<sup>3)</sup></b>                                |            |                   |                       |                        |                        |             |
| Coeficiente de expansão térmica linear:                                  |            |                   |                       |                        |                        |             |
| – valor médio entre 23 e 60 °C                                           | –          | m/m K             | 80 x 10 <sup>-6</sup> | 110 x 10 <sup>-6</sup> | –                      | –           |
| – valor médio entre 23 e 100 °C                                          | –          | m/m K             | 90 x 10 <sup>-6</sup> | 60 x 10 <sup>-6</sup>  | 126 x 10 <sup>-6</sup> | –           |
| – valor médio acima de 150 °C                                            | –          | m/m K             | –                     | –                      | 80 x 10 <sup>-6</sup>  | –           |
| Temperatura de serviço máx. permitida em ar:                             |            |                   |                       |                        |                        |             |
| – por breve períodos <sup>4)</sup>                                       | –          | °C                | 170                   | 140                    | 260                    | 310         |
| – continuamente: por 5 000/20 000 h <sup>5)</sup>                        | –          | °C                | 105/90                | 115/100                | –/230                  | +260        |
| Temperatura de serviço mín. <sup>6)</sup>                                |            |                   |                       |                        |                        |             |
| –                                                                        | –          | °C                | –40                   | –50                    | –20                    | –100        |
| Inflamabilidade <sup>7)</sup>                                            |            |                   |                       |                        |                        |             |
| – índice de oxigênio                                                     | 4589       | %                 | 25                    | 15                     | –                      | 35          |
| – de acordo com UL 94 (espessura 1,5/3/6 mm)                             | –          | –                 | –/HB/HB               | –/HB/HB                | V–0/–                  | V–0/V–0     |
| <b>Propriedades mecânicas a 23 °C</b>                                    |            |                   |                       |                        |                        |             |
| Teste de tração <sup>8)</sup>                                            |            |                   |                       |                        |                        |             |
| Tensão de tração no escoamento/tensão de tração na ruptura <sup>9)</sup> | 527        | MPa               | 65/–                  | 62/–                   | 95/–                   | 100/–       |
| Elongação na ruptura <sup>9)</sup>                                       | 527        | %                 | 120                   | 40                     | 15                     | 46          |
| Módulo de tensão de elasticidade <sup>10)</sup>                          | 527        | MPa               | 1 800                 | 2 600                  | 3 450                  | 3 700       |
| Teste de compressão                                                      |            |                   |                       |                        |                        |             |
| – tensão de compressão a uma deformação nominal de 1/2/5% <sup>11)</sup> | 604        | MPa               | 26/51/92              | –                      | –                      | –           |
| Teste de resistência ao impacto Charpy – sem entalhe <sup>12)</sup>      |            |                   |                       |                        |                        |             |
| –                                                                        | 179/1eU    | kJ/m <sup>2</sup> | sem ruptura           | –                      | –                      | sem ruptura |
| Teste de resistência ao impacto Charpy – com entalhe <sup>13)</sup>      |            |                   |                       |                        |                        |             |
| –                                                                        | 179/1eA    | kJ/m <sup>2</sup> | 3,5                   | 7                      | –                      | 7           |
| Resistência ao impacto Izod – com entalhe                                |            |                   |                       |                        |                        |             |
| –                                                                        | 180/2A     | kJ/m <sup>2</sup> | 3,5                   | 7                      | –                      | 6           |



## PTFE e materiais especiais

| SKF Ecoflon 1          | SKF Ecoflon 2          | SKF Ecoflon 3F        | SKF Ecoflon 4         | SKF Ecoflon 5          | SKF Ecotex<br>tecido reforçado |
|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|
| PTFE Branco            | PTFE Cinza             | PTFE Verde            | PTFE Preto            | PTFE Branco            | Laranja claro                  |
| 2,17<br>57             | 2,25<br>60             | 3,13<br>64            | 2,1<br>65             | 2,16<br>59             | 1,25                           |
| –                      | –                      | –                     | –                     | –                      | –                              |
| –                      | –                      | –                     | –                     | –                      | –                              |
| < 0,02                 | < 0,15                 | –                     | –                     | –                      | < 0,1                          |
| –                      | –                      | –                     | –                     | –                      | –                              |
| –                      | –                      | –                     | –                     | –                      | –                              |
| 160 x 10 <sup>-6</sup> | 110 x 10 <sup>-6</sup> | 60 x 10 <sup>-6</sup> | 90 x 10 <sup>-6</sup> | 120 x 10 <sup>-6</sup> | –                              |
| 300<br>–/260<br>–200   | 300<br>–/260<br>–200   | 300<br>–/260<br>–200  | 300<br>–/260<br>–200  | 300<br>–/260<br>–200   | 130<br>–/120<br>–40            |
| 95<br>V–0/–            | 95<br>V–0/–            | –                     | –                     | –                      | –                              |
| –/27                   | –/18                   | –/22                  | –/15                  | –/30                   | 55/–                           |
| 300<br>400–700         | 200<br>–               | 300<br>–              | 180<br>–              | 360<br>–               | –<br>3 200                     |
| –/8/–                  | –/14/–                 | –                     | –                     | –                      | –                              |
| sem ruptura            | –                      | –                     | –                     | sem ruptura            | –                              |
| –                      | –                      | –                     | –                     | –                      | –                              |
| 16                     | 12                     | –                     | –                     | –                      | –                              |

- 1) Corpos de prova com 10 mm de espessura.
- 2) Testes foram executados em discos de Ø 50 x 3 mm.
- 3) A maioria dos dados fornecidos dessas propriedades deriva de dados sobre matéria-prima do fornecedor.
- 4) Curto tempo de exposição (algumas horas) em aplicações em que nenhuma carga ou apenas uma carga muito baixa é aplicada ao material.
- 5) Resistência à temperatura por um período mínimo de 20 000 horas. Após esse período, há uma redução na resistência à tração de cerca de 50% comparada ao valor original. Os valores de temperatura fornecidos aqui se baseiam na degradação oxidativa térmica que provoca uma redução nas propriedades. OBSERVAÇÃO: Para todos os termoplásticos, a temperatura de serviço máxima permitida em muitos casos depende essencialmente da duração e da magnitude das tensões mecânicas às quais o material é submetido.
- 6) A resistência ao impacto diminui com a redução da temperatura; a temperatura de serviço mínima permitida é quase sempre determinada pela extensão do impacto ao qual o material é submetido. Os valores fornecidos aqui se baseiam em condições desfavoráveis de impacto e não podem, consequentemente, ser considerados como os limites práticos absolutos.
- 7) IMPORTANTE: Essas classificações estimadas derivam de dados sobre matéria-prima de fornecedores e não se destinam a refletir os riscos apresentados pelos materiais sob condições reais de fogo. Não há cartões amarelos do UL disponíveis para essas formas de material.
- 8) Corpos de prova: Tipo 1 B.
- 9) Velocidade de teste: 5 mm/min.
- 10) Velocidade de teste: 1 mm/min.
- 11) Corpos de prova: cilindros com Ø 12 x 30 mm.
- 12) Pêndulo usado: 4 J.
- 13) Pêndulo usado: 5 J.



# Fluidos sob pressão – classificação geral

*Vedações nos setores de mineração, processamento de minérios e cimento enfrentam uma ampla variedade de fluidos de trabalho mais ou menos agressivos, que podem atacar severamente os materiais de vedação e, por fim, causar falha da vedação. Devido aos regulamentos e às normas mais rigorosos de segurança e contaminação, cada vez mais fluidos combustíveis, como óleos minerais, são substituídos por fluidos resistentes ao fogo.*

Esses fluidos resistentes ao fogo podem ser divididos em dois grupos principais:

- Fluidos à base de água
- Fluidos sintéticos

Os fluidos à base de água podem ser divididos em fluidos com alto teor de água (fluidos HWB) e com baixo teor de água (fluidos LWB). A composição química principal é resumida na **tabela 1**.

Devido ao teor de água desses fluidos, a temperatura de funcionamento é limitada a 60 °C para evitar danos ao equipamentos. Para temperaturas mais elevadas, estão disponíveis fluidos resistentes ao fogo com composição sintética (HFD).

Como esses fluidos são tóxicos, podem surgir questões importantes relativas à saúde e à segurança. Consulte alguns detalhes na **tabela 2** e entre em contato com a SKF para obter mais detalhes.

Tabela 1

| Composição de fluidos à base de água |                         |                  |                                                                                                         |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Categoria                            | Caracterização          | Teor de água (%) | Ingredientes que não são água                                                                           |
| HFA-E                                | Emulsão de óleo em água | 90–98            | Óleo mineral, emulsificadores, estabilizadores, inibidores de corrosão, etc.                            |
| HFA-S                                | Soluções sintéticas     | 90–98            | Fluidos sintéticos, fluidos em antioxidantes de água, inibidores de corrosão, detergentes/ dispersantes |
| HFB                                  | Emulsão água-óleo       | 0–40             | Óleo mineral, emulsificadores, estabilizadores, inibidores de corrosão, etc.                            |
| HFC                                  | Soluções água-glicol    | 35–50            | Glicóis de polialquilenos, inibidores de corrosão, vários aditivos                                      |

Tabela 2

| Fluidos resistentes ao fogo de composição sintética (HFD) |                                                              |               |               |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Categoria                                                 | Caracterização                                               | Toxicidade    | Observações   |
| HFD-R                                                     | Vários graus de ésteres de fosfato                           | média/alta    | perigoso      |
| HFD-S                                                     | Hidrocarbonetos clorados (principalmente PCB)                | alta          | perigoso      |
| HFD-T                                                     | Misturas de ésteres de fosfato e de hidrocarbonetos clorados | alta          | perigoso      |
| HFD-U                                                     | Ésteres sintéticos<br>Óleos de silicone                      | nenhuma/baixa | biodegradável |



# Fluidos sob pressão e materiais de vedação

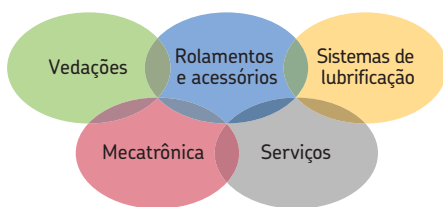
Geralmente, fluidos de trabalho resistentes ao fogo podem afetar muito a integridade dos materiais de vedação. Comparados com óleos minerais, esses fluidos requerem uma seleção muito mais cuidadosa de materiais de vedação compatíveis.

A SKF tem muitos anos de experiência em sistemas de vedação para esses tipos de aplicações críticas e investigou amplamente a compatibilidade de vedações com esses tipos de fluidos. Os resultados das investigações e as recomendações gerais para materiais de vedação adequados são resumidos na **tabela 3**.

**Tabela 3**

Compatibilidade de fluido de materiais de vedação

| Categoria | Temperatura de serviço (°C) | Elastômeros resistentes<br>Recomendações da SKF                                                 | Observações                                                           |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| HFA-E     | +5 a 60                     | H-ECOPUR* (poliuretano especialmente formulado), NBR, HNBR, FPM especialmente formulado         |                                                                       |
| HFA-S     | +5 a 60                     | H-ECOPUR* (poliuretano especialmente formulado), NBR, HNBR, FPM e EPDM adequadamente formulados | Necessários testes individuais                                        |
| HFB       | +5 a 60                     | Poliuretanos especialmente formulados, NBR, HNBR, FPM especialmente formulado                   | –                                                                     |
| HFC       | –20 a 60                    | NBR, HNBR, EPDM e MVQ                                                                           | Poliuretanos especialmente formulados e FPM têm estabilidade limitada |
| HFD-R     | >100                        | FPM (dependendo do tipo de fluido), EPDM, MVQ (dependendo do tipo de fluido)                    |                                                                       |
| HFD-S     | >100                        | FPM, MVQ                                                                                        |                                                                       |
| HFD-T     | >100                        | FPM, MVQ                                                                                        |                                                                       |
| HFD-U     | Óleos de silicone<br>>100   | H-ECOPUR* (poliuretano especialmente formulado) até FPM máx. de 100 °C (sem plastificante)      |                                                                       |
|           | Ésteres sintéticos<br>+80   | H-ECOPUR* (poliuretano especialmente formulado), FPM                                            |                                                                       |



## O Poder do Conhecimento em Engenharia

Com base em cinco áreas de competência e experiência específica em aplicações acumuladas ao longo de mais de 100 anos, a SKF oferece soluções inovadoras a OEMs e instalações de produção em todos os principais setores ao redor do mundo. Essas cinco áreas de competência incluem rolamentos e acessórios, vedações, sistemas de lubrificação, mecatrônica (que combina mecânica e eletrônica em sistemas inteligentes) e uma ampla gama de serviços, de modelagem 3-D em computador até serviços avançados de monitoramento de condições, confiabilidade e gestão de ativos. A presença global da SKF proporciona aos clientes padrões de qualidade uniformes e disponibilidade universal de produtos.

Este material foi distribuído por:

## Centros de competência para vedações usinadas

**Alemanha**  
seals.germany@skf.com

**Argentina**  
seals.argentina@skf.com

**Austria**  
seals.austria@skf.com

**Austrália**  
seals.australia@skf.com

**Bélgica**  
seals.belgium@skf.com

**Brasil**  
seals.brasil@skf.com

**Demais países**  
machined.seals@skf.com

**Canadá**  
seals.canada@skf.com

**China**  
seals.china@skf.com

**Dinamarca**  
seals.denmark@skf.com

**Espanha**  
seals.spain@skf.com

**França**  
seals.france@skf.com

**Filipinas**  
seals.philippines@skf.com

**Holanda**  
seals.netherlands@skf.com

**Índia**  
seals.india@skf.com

**Itália**  
seals.italy@skf.com

**Japão**  
seals.japan@skf.com

**Malásia**  
seals.malaysia@skf.com

**Polônia**  
seals.poland@skf.com

**Reino Unido**  
seals.uk@skf.com

**Singapura**  
seals.singapore@skf.com

**Suécia**  
seals.sweden@skf.com

**Suíça**  
seals.swiss@skf.com

**Tailândia**  
seals.thailand@skf.com

**USA**  
seals.usa@skf.com

® SKF e ECOPUR são marcas registradas do Grupo SKF.

™ SEAL JET é uma marca comercial do Grupo SKF.

© Grupo SKF 2012

Os direitos autorais do conteúdo desta publicação pertencem ao editor e não podem ser reproduzidos (mesmo em parte) sem que antes seja obtida uma permissão por escrito. Todo cuidado foi tomado para assegurar a precisão das informações desta publicação, mas não nos responsabilizamos por perdas ou danos, sejam eles diretos, indiretos ou consequenciais, decorrentes do uso das informações aqui contidas.

PUB 11319 PT.BR • Setembro de 2012

Esta publicação substitui a publicação 6993.

Impresso no Brasil em papel ecológico.

Algumas imagens foram usadas sob licença da Shutterstock.com

