

**LOCTITE®**

---

# FLANGES SEM VAZAMENTOS

Um guia para projetos da  
**LOCTITE**

Henkel

# ÍNDICE

1. Introdução .....	3
2. Definições .....	3
3. Considerações Gerais de Projeto .....	5
3.1 Diretrizes Gerais .....	5
3.2 Projeto Básico de Bloco de Motor .....	6
3.3 Rigidez do Flange .....	6
3.4 Espaçamento e Posicionamento do Parafuso .....	9
3.5 Grau e Comprimento do Parafuso .....	12
3.6 Verificação do Desenho do Flange .....	13
3.7 Acabamento da Superfície .....	14
4. Áreas de Aplicação FIPG, Vantagens sobre Junta Sólidas .....	17
5. Recomendações de projeto para FIPGs anaeróbicos .....	20
6. Recomendações de projeto para Elastômeros RTV .....	22
6.1 Projeto Básico do Flange .....	23
6.2 Projeto Alternativo .....	26
7. Aplicação do Produto e Montagem .....	32
7.1 Limpeza .....	32
7.2 Distribuição .....	32
7.3 Montagem .....	35
8. Manutenção e Reparo .....	36
8.1 Desmontagem .....	36
8.2 Limpeza .....	38
8.3 Aplicação e Montagem .....	39
9. Escopo e Limitações .....	40
10. Abreviações .....	41
11. Bibliografia .....	42
11.1 Publicação .....	43
11.2 Autores .....	43

# 1. INTRODUÇÃO

A exigência por desenhos cada vez mais leves e o constante aumento da capacidade, levam ao desgaste excessivo de alguns componentes e possíveis deformações em áreas críticas como juntas, flanges, elementos fixados com parafusos e anexos a área de vedação. Além disso, a necessidade de maior resistência ao meio, com requisitos de vazamento zero para juntas flangeadas, aumenta ainda mais a dificuldade para o desenhista do projeto.



Para garantir que os requisitos de vazamento zero sejam atendidos, é essencial que as juntas sejam projetadas de acordo com parâmetros específicos. A finalidade deste guia é fornecer considerações gerais de projetos que sejam independentes do tipo de junta, bem como diretrizes específicas para juntas líquidas, como juntas formadas no local com cura anaeróbica e elastômeros RTV (vulcanização à temperatura ambiente).

As diretrizes de projeto são baseadas em resultados obtidos através de testes de fadiga dinâmica, a análise de flanges com juntas existentes, experiência e resultados de cálculos analíticos e numéricos realizados pela Henkel<sup>2 a28</sup> e institutos independentes<sup>1</sup>. As considerações gerais de projeto descritas na Seção 3 resumem o conhecimento adquirido em três projetos da Universidade de Stuttgart, patrocinados pela Forschungsvereinigung Antriebstechnik, da qual a Henkel é uma parceira ativa.

## 2. DEFINIÇÕES

Uma junta é um material posicionado entre dois flanges que são mantidos unidos por fixadores. As juntas evitam o vazamento de fluidos ou gases ao preencher completamente o espaço entre as superfícies dos flanges. É necessário que a junta permaneça intacta e livre de vazamentos por um tempo prolongado. A junta deve ser resistente ao agente que está sendo vedado, capaz de suportar a temperatura, a pressão e aos micromovimentos causados pela vibração, expansão e contração térmica.

As vedações de flange são classificadas como estáticas ou dinâmicas, dependendo se as partes vedadas se movem em relação às outras. Um eixo giratório em um bloco de motor é um exemplo de um sistema dinâmico típico. Enquanto que os flanges são classificados como sistemas estáticos, eles sofrem pequenos micromovimentos devido a vibrações, mudanças de temperatura, mudanças de pressão, choque, impacto ou transmissão de cargas. As juntas ou vedações estáticas são categorizadas conforme mostrado na Figura 1.

### FIGURA 1:

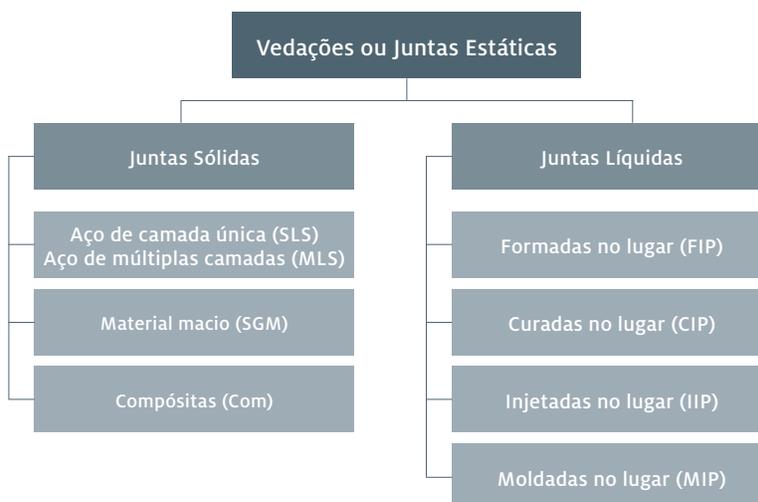
#### TIPOS DE JUNTAS

**FIP (Formed-In-Place – formadas no lugar)** são formadas pela aplicação de um cordão ou por impressão em tela de elastômero líquido ou selante anaeróbico, que é então montado no estado não curado. Na montagem, o vedante é espalhado entre os flanges e forçado a entrar nas imperfeições da superfície para fornecer contato total entre as duas faces e cura para formar uma vedação duradoura.

**CIP (Cured-In-Place – curadas no lugar)** são formadas pela aplicação de um cordão de elastômero em um flange que é curado antes que os flanges sejam montados. Então, a junta é comprimida pelo contato entre os flanges para formar a vedação.

**IIP (Injected-In-Place – injetadas no lugar)** são juntas líquidas que são injetadas, após a montagem do conjunto, dentro de um sulco entre as duas faces do flange e depois curadas.

**MIP (Molded-In-Place – moldadas no lugar)** são moldadas diretamente em uma das partes do conjunto, geralmente em um sulco.



## 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

### 3.1. DIRETRIZES GERAIS<sup>1</sup>

As seguintes regras básicas devem ser seguidas para um projeto de juntas sob elevada tensão:

#### DISTRIBUIÇÃO DE PRESSÃO NO FLANGE

É necessário alcançar uma distribuição uniforme da pressão no flange dentro dos limites permitidos - que incluem a tensão de vedação mínima crítica da junta e a resistência à compressão admissível do material do flange e da junta.

#### CARGA DE OPERAÇÃO DA JUNTA VEDADA

A junta de vedação deve ser a mais rígida possível para minimizar deformações e movimentos relativos.

Para seguir os requisitos mencionados acima, é primordial seguir as regras explicadas abaixo para o projeto de juntas, independentemente do material de vedação:

#### RIGIDEZ DOS FLANGES DE VEDAÇÃO

A rigidez do flange de vedação é indicada pela distribuição de pressão na junta de vedação. Selecione o valor de rigidez corretamente, para que a tensão de vedação crítica da junta seja alcançada em todas as áreas do flange.

#### PRÉ-CARGA DO PARAFUSO

A fim de minimizar a perda de carga inicial do parafuso devido ao relaxamento da junta, é necessário garantir uma conformidade suficiente dos flanges e dos parafusos (reservas de pré-carga).

#### CONSIDERE DIFERENTES EXPANSÕES TÉRMICAS

Devido às diferentes expansões térmicas dos blocos de alumínio com parafusos de aço, um ambiente frio pode causar maior contração do flange de alumínio e aliviar a carga tanto do flange quanto da junta. A pressão mínima do flange necessária para uma junta sem vazamentos pode ser comprometida. Altas temperaturas têm o efeito oposto, aumentando a carga do parafuso e da junta. Neste caso, a força de rendimento do parafuso e a resistência à compressão do flange e da junta são os fatores limitantes. Se possível, parafusos e blocos devem ter o mesmo coeficiente de expansão térmica.

#### ESTRESSE E TENSÃO DA JUNTA DE VEDAÇÃO CAUSADA POR FORÇAS EXTERNAS

Nos casos em que todo o bloco atua como estrutura, a junta de vedação deve estar o mais longe possível do local onde as forças alimentam o bloco do motor.

## 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

### DISTRIBUIÇÃO DA TENSÃO DE COMPRESSÃO NOS FLANGES DE VEDAÇÃO

Para uma distribuição ideal da carga de aperto do parafuso ao longo do flange até o ponto médio entre os parafusos, a área do rolamento da cabeça do parafuso deve ficar o mais distante possível da área de vedação. Se a área de vedação estiver no meio do comprimento efetivo do parafuso (ver Figura 7), o ajuste da distribuição da tensão de compressão no bloco é otimizado. As linhas de centro entre os parafusos (ver Figuras 4 e 5) não devem se desviar significativamente da linha central da junta para permitir uma distribuição da tensão compressiva uniforme em toda a largura do flange.

### AJUSTANDO A LARGURA DO FLANGE PARA A DISTRIBUIÇÃO DE TENSÃO DE COMPRESSÃO

A superfície de apoio da junta deve ser aumentada na área do parafuso e reduzida no ponto médio entre os parafusos, a fim de obter uma distribuição de tensão de compressão mais uniforme na junta de vedação.

## 3.2 PROJETO BÁSICO DE BLOCOS DE MOTOR<sup>1</sup>

Para desenvolver um conceito de vedação adequado para o bloco, recomenda-se as seguintes regras básicas para o projeto:

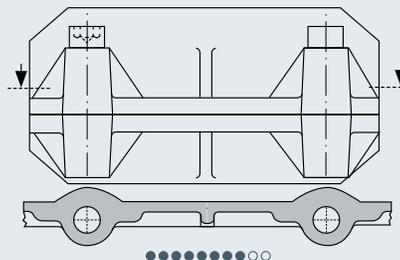
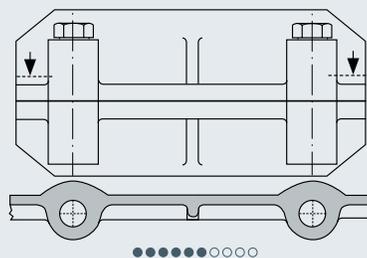
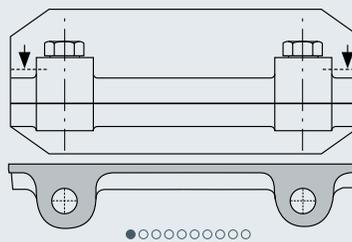
- Criar aberturas de blocos pequenas e esféricas
- Usar os mesmos materiais para os flanges de vedação
- Tentar alcançar uma distribuição de temperatura uniforme

## 3.3 RIGIDEZ DO FLANGE<sup>1</sup>

A segurança operacional de uma junta de vedação pode ser fortemente influenciada pela variação da rigidez do flange. A distribuição das tensões de compressão na folga da vedação e no flange entre a cabeça do parafuso e a folga da vedação indica a rigidez da junta. A figura 2 mostra três possíveis variações do desenho do flange e sua influência na rigidez do componente.

**FIGURE 2:**

**AVALIAÇÃO DO PROJETO DO FLANGE EM RELAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES COMPRESSIVAS (QUALITATIVAS), REFORÇO ENTRE OS PARAFUSOS E SALIÊNCIAS NA LOCALIZAÇÃO DO MESMO - NO DESENHO INFERIOR A MELHOR SOLUÇÃO¹**

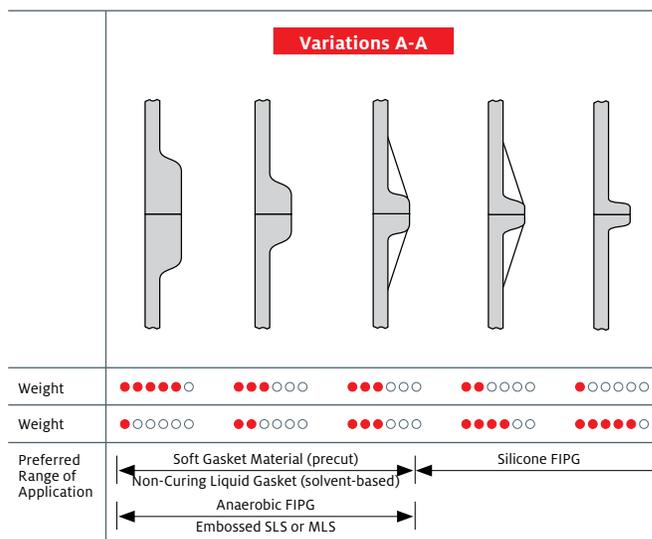
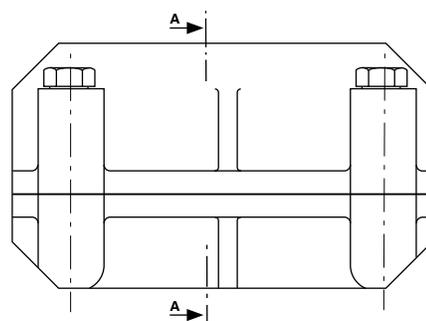


### 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

À medida que a rigidez do flange diminui, mais complicado se torna para obter a pressão superficial mínima requerida no ponto médio entre dois parafusos. A Figura 3 baseia-se em trabalhos de pesquisa externos<sup>1</sup> e indica a influência da rigidez do flange no uso de juntas estáticas. Materiais de vedação macios e as juntas líquidas não curadas são somente apropriadas para flanges com rigidez de flexão adequada. Se o valor mínimo de rigidez à flexão for atingido nos flanges, é necessária uma alteração para juntas anaeróbias formadas no local ou juntas de aço de camada única ou de múltiplas camadas em relevo. A faixa de aplicação de juntas anaeróbias formadas no local é ainda mais ampla, abrangendo toda a gama de flanges muito rígidas a flanges com rigidez média.

Trabalhos de pesquisa internos<sup>2,13</sup> mostraram que nos casos em que a pressão superficial mínima exigida para anaeróbicos não é alcançada ou em casos de flanges flexíveis, como peças de chapas metálicas, as juntas formadas no local dos Elastômeros RTV são as mais adequadas. A junta tem que se tornar ainda mais flexível com o potencial de flexionar na direção de curvatura e de corte devido a características adicionais de projeto integral, como folgas projetadas, chanfros ou ranhuras de retenção (consulte a Seção 6);

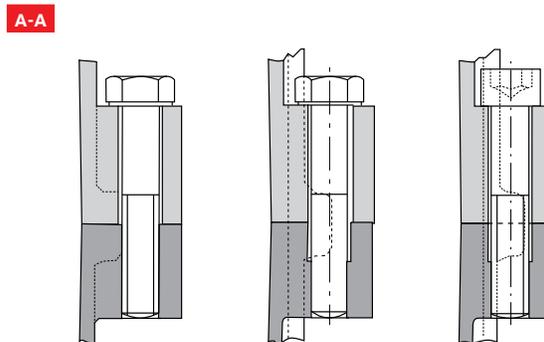
**FIGURA 3:**  
**INFLUÊNCIA DA RIGIDEZ DO FLANGE NO USO DE JUNTAS ESTÁTICAS DEMONSTRADAS EM PEÇAS FUNDIDAS.**



### 3.4 ESPAÇAMENTO E POSICIONAMENTO DO PARAFUSO<sup>1</sup>

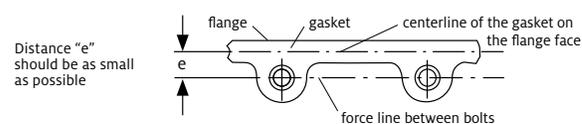
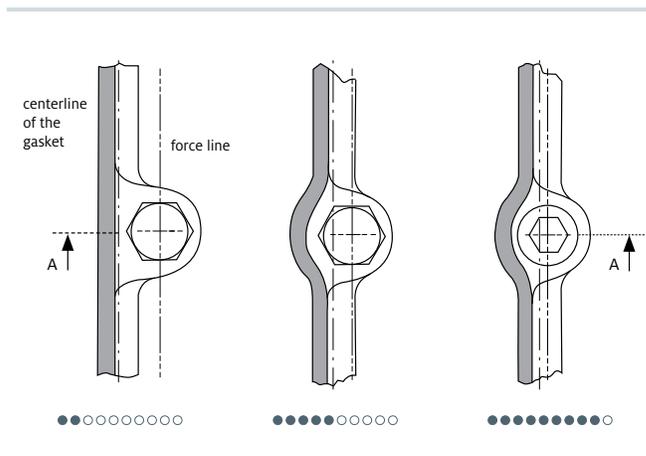
O melhor padrão de fixação é invariavelmente uma combinação do número máximo de parafusos práticos, espaçamento uniforme e posicionamento ideal.

As linhas retas desenhadas de parafuso a parafuso, chamadas de linhas de força do parafuso, devem estar o mais próximo possível da linha central da junta para obter uma distribuição uniforme da pressão no flange e evitar a separação dos flanges devido a força potencial de alavanca (vide Figura 4).



**FIGURA 4:**

**AVALIAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE AS LINHAS DE FORÇA DO PARAFUSO E A LINHA CENTRAL DA JUNTA EM RELAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO DAS TENSÕES DE COMPRESSÃO NA ESPAÇO DA VEDAÇÃO.1**

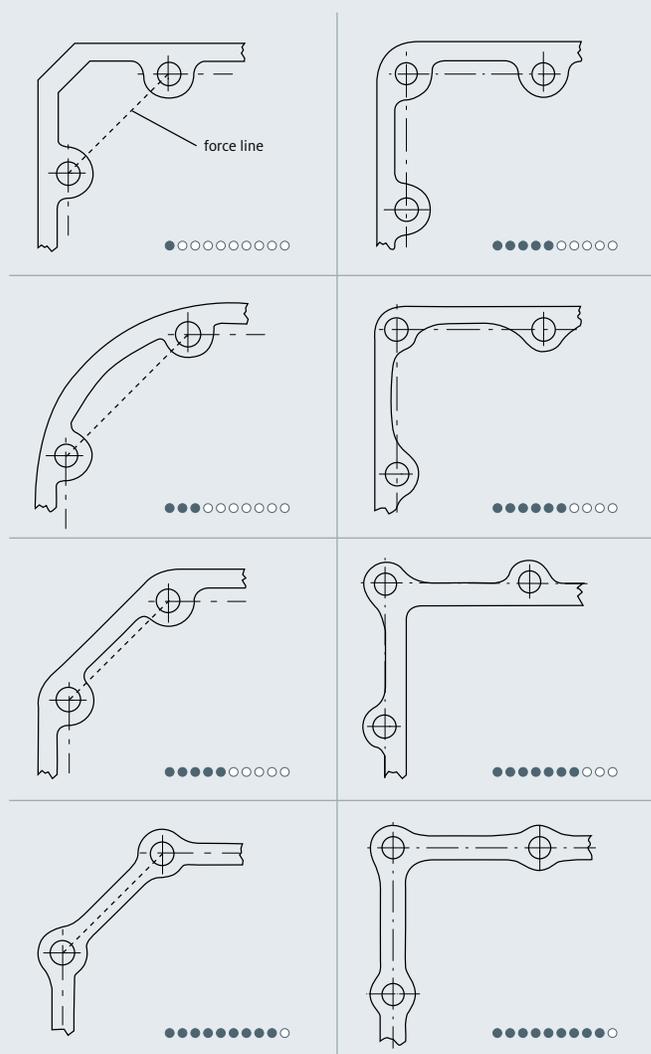


### 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

Além disso, a posição dos parafusos é muito importante para o desenho dos cantos do flange. A Figura 5 mostra diferentes variações de projeto e sua avaliação.

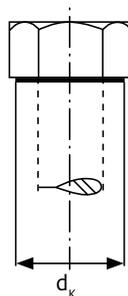
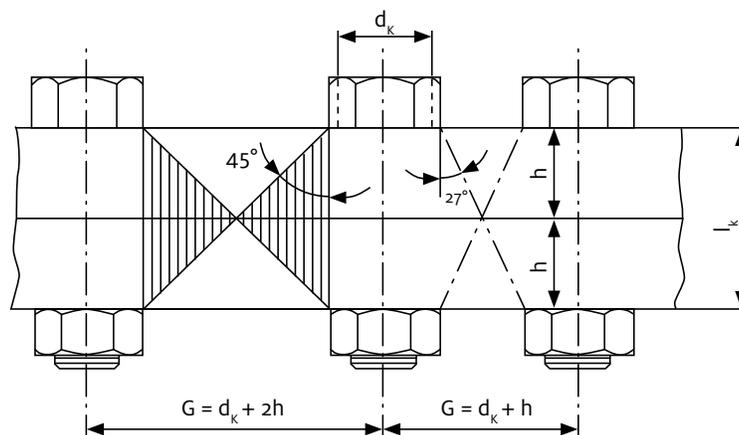
**FIGURE 5:**

**AVALIAÇÃO DA POSIÇÃO DA LINHA DE FORÇA NA LINHA CENTRAL DA JUNTA EM RELAÇÃO À DISTRIBUIÇÃO DE TENSÃO DE COMPRESSÃO.1**



Teoricamente, o espaçamento dos parafusos pode ser calculado usando o modelo idealizado proposto por Röttscher. O modelo de Röttscher diz que a tensão de compressão no flange entre a cabeça do parafuso e o espaço da vedação é distribuída como um cone com uma abertura angular de 45°, como mostrado na Figura 6. Para um espaçamento ideal dos parafusos, os cones de pressão devem se tocar ou, de preferência, se sobreporem como demonstrado com a meia abertura angular de 27°. O modelo de Röttscher recomenda a sobreposição de cones para conjuntos parafusados sem juntas. Para conjuntos com vedações, projetos de pesquisa<sup>1</sup> mostraram que os cones se tocando com meia abertura angular de 45° ou maior serve para calcular do espaçamento dos parafusos. Para conjuntos com vedação altamente tensionados, recomenda-se o espaçamento entre os dois limites, 27° e 45°.

**FIGURE 6:**  
**CONE DE PRESSÃO**  
**DE ACORDO COM**  
**RÖTTSCHER.**



$$d_k + h \leq G \leq d_k + 2h$$

$d_k$  ... diâmetro da área do rolamento da cabeça do parafuso

A equação mostra que a rigidez do flange e o comprimento efetivo do parafuso são parâmetros importantes para o espaçamento dos parafusos. A Figura 7 mostra a distribuição de tensão compressiva resultante no conjunto com variações desses parâmetros.

## 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

### 3.5 GRAU E COMPRIMENTO DO PARAFUSO

Selecione um parafuso onde a carga inicial necessária é de 80% da carga de prova.

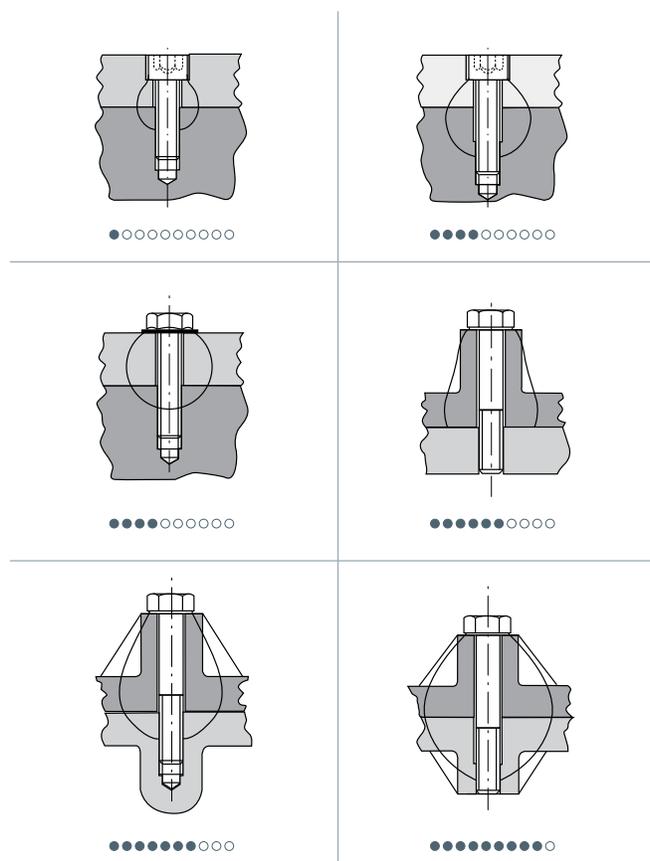
Selecione um parafuso em que uma carga inicial seja de 3 a 3,5 vezes a carga de tração normal que pode ser aplicada (pressão interna, efeitos de temperatura e cargas externas), aproximadamente.

Regra geral – quando o comprimento do parafuso for cinco vezes maior que o diâmetro, ele pode ser alongado o suficiente para funcionar como uma mola entre duas flanges e amortecer a vibração.

O melhor comprimento de rosca para o aço é 1,2 vezes o diâmetro do parafuso; para ferro fundido é 1,5 vezes; para o alumínio, é 1,6 vezes mais a tolerância para o desgaste do fio ou, para cargas dinâmicas, mais 20%.

FIGURA 7:

**INFLUÊNCIA DO DESENHO DO FLANGE NA DISTRIBUIÇÃO DAS TENSÕES DE COMPRESSÃO DOS FLANGES.!**



### 3.6 VERIFICAÇÃO DO DESENHO DO FLANGE

Uma das regras básicas para o projeto de juntas de vedação altamente tensionadas é obter uma distribuição uniforme da pressão no flange dentro dos limites específicos permitidos da junta. Nos estágios iniciais do projeto é necessário se a pressão requerida do flange é alcançada no espaço da vedação.

A distribuição da pressão no flange pode ser avaliada em um estágio inicial com a Análise dos Elementos Finitos (FEA) ou, posteriormente, usando protótipos com um filme sensível à pressão, fabricado pela Fuji Photo Film Company. Um projeto completamente novo dependerá de ambos os sistemas, pois a FEA permite a otimização do projeto de maneira econômica e a impressão do filme sensível à pressão é necessária para a confirmação do cálculo numérico.



Para avaliar a distribuição das tensões, o filme é pré-cortado na forma dos flanges correspondentes e os furos são pré-perfurados para os fixadores. O filme é então colocado entre os flanges e os parafusos são apertados com o torque especificado. Quando a pressão é aplicada, as microcápsulas se quebram e um material colorido é liberado. As microcápsulas são ajustadas para quebrar em diferentes níveis de pressão, com a densidade de cor resultante dependente da quantidade de pressão. A cor vermelha espessa indica que a pressão aplicada é alta, enquanto tons mais fracos indicam que a pressão aplicada é baixa. Usando um densitômetro Fuji disponível comercialmente, a densidade da cor de impressão pode ser convertida diretamente em leituras de tensão.

Uma desvantagem do sistema é que somente a força aplicada máxima é registrada, enquanto que a descarga na junta sob condições de operação, como temperatura, pressão ou cargas dinâmicas, não pode ser medida. Estes efeitos devem ser avaliados pela FEA. O filme indica os pontos fracos nas juntas de vedação, como áreas com baixa ou nenhuma pressão no flange, e focaliza a FEA nesses pontos para otimização. O filme também mostra marcas de usinagem e problemas de tolerâncias no flange, tais como planicidade e sobreposição.

Além da FEA, o mapeamento de pressão no flange em tempo real é possível no estágio de protótipo com o sistema de medição de perfil de pressão de película fina Tekscan. Com o sistema Tekscan, um sensor tátil baseado em matriz de alta resolução é colocado entre os flanges. O software fornecido com o sensor é capaz de coletar e exibir dados dinâmicos onde o ciclo de pressão ou a gravação de um evento pode ser importante.

## 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS DE PROJETO

### 3.7. ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE

O acabamento da superfície ou texturas da superfície são termos usados para descrever a qualidade geral da superfície da peça de trabalho. O acabamento da superfície consiste em rugosidade, ondulação, camadas e falhas. As superfícies de rolamentos e localização normalmente exigem um controle de acabamento superficial e dimensional para um funcionamento adequado.

O acabamento da superfície é mais importante para as juntas convencionais, uma vez que a carga compressiva inicial necessária para deformar a junta nas irregularidades da superfície do flange aumenta com o acabamento da superfície mais grosseiro.



Para os vedantes FIP, a rugosidade superficial não influencia a carga compressiva inicial porque o produto está no estado fluido durante o processo de montagem; no entanto, possui um efeito sobre a formação da espessura da camada de selante.

Em maior rugosidade da superfície  $Ra \geq 3,0 \mu\text{m}$  (dez pontos de altura  $Rz \geq 17 \mu\text{m}$ ), o contato metal-metal é obtido independentemente do estresse de compressão.

Na rugosidade da superfície inferior  $Ra \leq 0,3 \mu\text{m}$  (dez pontos de altura  $Rz \leq 3 \mu\text{m}$ ), os vedantes FIP tendem a gerar uma camada adesiva que diminui com o aumento da pressão no flange. O contato metal-metal é alcançado apenas nas áreas próximas aos parafusos. (O contato real metal-metal entre peças com um bom acabamento não ultrapassa 25-35%.)

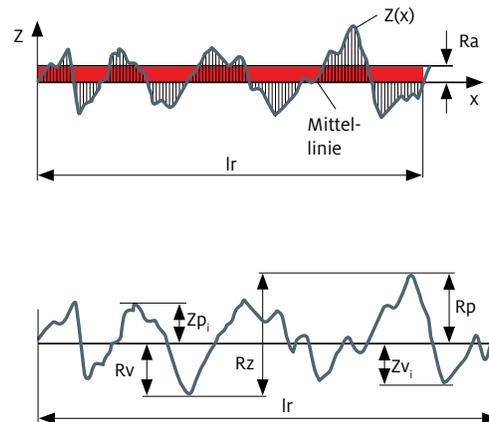
Um melhor acabamento da superfície ajuda na limpeza e assegura a remoção da contaminação da superfície antes da aplicação do selante.

A resistência à ruptura diminui com o aumento das folgas. Portanto, o acabamento da superfície é importante para testes de pressão durante a montagem, quando o vedante FIP ainda estiver no estado não curado.

As características da superfície são determinadas principalmente por meio de instrumentos com pontas elétricas de acordo com a DIN EN ISO 4287: 1998 (ANSI B46.1-1971). As duas medidas mais comuns de acabamento superficial são  $Ra$  e  $Rz$ , como mostrado na figura 8.

**FIGURE 8:**

**RA E RZ DE  
ACORDO COM DIN  
EN ISO 4287:1998  
[ANSI B46.1-1971].**



$$Ra = \frac{1}{lr} \int_{lr^o}^{lr} |Z(x)| dx$$

Ra é o valor médio dos valores absolutos para os desvios de perfil dentro de uma seção de medição individual  $l_r$ . Rz é a altura máxima do pico ao vale dentro de uma seção de medição individual  $l_r$ .

A altura de dez pontos utilizada anteriormente usa Rz, que é o valor médio dos valores absolutos das alturas dos cinco picos mais altos e dos cinco vales mais altos para cinco seções de medição individuais dentro do comprimento de avaliação ( $Rz \geq$  dez pontos de altura Rz).

O valor de Ra sozinho não é suficiente para determinar a rugosidade, já que diferentes texturas da superfície podem ter o mesmo valor de Ra, como visualizado na figura 9. Pelo menos Ra e Rz devem ser medidos, mas usando Ra, Rz, Rmax e Wt obtemos um cenário mais preciso.

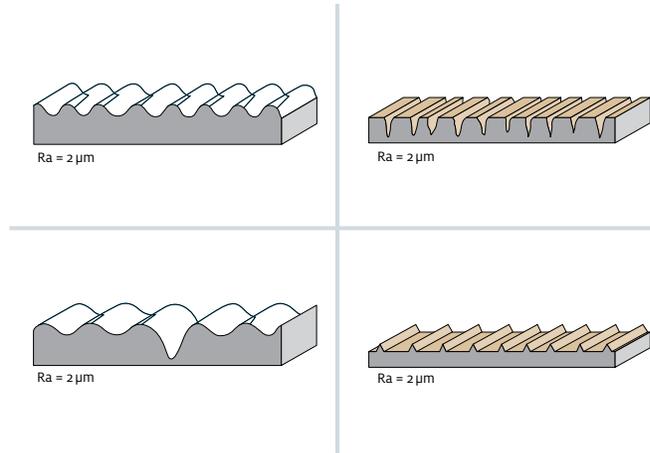
A altura máxima do pico ao vale, Rmax, é a maior altura individual do pico ao vale de toda a seção de medição  $l_n (= 5 \times l_r)$ .

Wt é a altura máxima do perfil de ondulação filtrado em toda a seção de medição  $l_n$ .

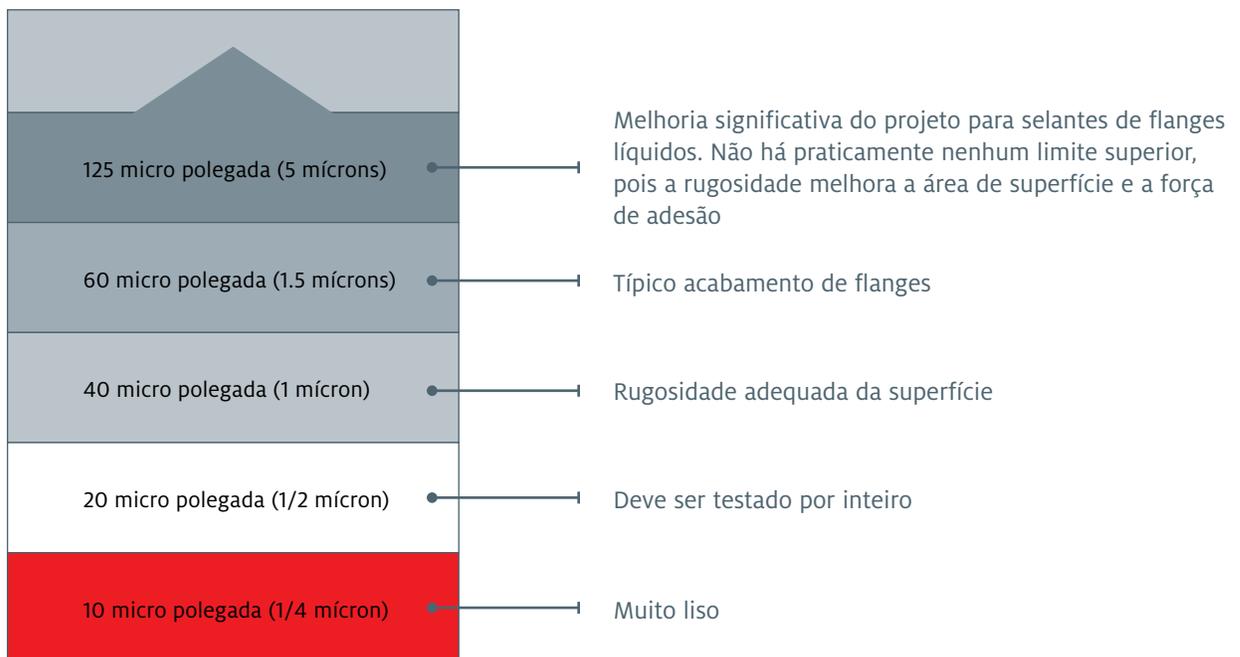
### 3. GENERAL DESIGN CONSIDERATIONS

FIGURE 9:

PERFIS DIFERENTES COM OS MESMOS VALORES DE RA.



#### Diretrizes Gerais para a Rugosidade da Superfície do flange



## 4. ÁREAS DE APLICAÇÃO FIPG, VANTAGENS SOBRE JUNTA SÓLIDAS

Ao contrário das juntas convencionais, a tecnologia FIP não requer carga compressiva extrema para fazer uma vedação, devido à adesão da FIPG curada a todos os elementos da junta. Os principais benefícios do FIP sobre juntas sólidas são:

**Sem relaxamento da junta** – os vedantes FIP permitem o contato metal-metal na maioria das aplicações, o que garante a tensão correta dos parafusos durante toda a vida útil da montagem e elimina a necessidade de reapertos.

**Ausência de calço** – O contato metal-metal elimina a necessidade por uma junta mais espessa, portanto as tolerâncias podem ser mantidas com mais precisão.

**Sem preocupação com o acabamento superficial** – os vedantes FIP permitem maiores tolerâncias de acabamento de superfície e planicidade. Arranhões e superfícies irregulares podem ser vedadas sem a necessidade de retrabalhar as superfícies danificadas.

**Compatibilidade química** – os vedantes FIP demonstram boa a excelente resistência a solventes.

**Custos de estoque reduzidos** – os vedantes FIP podem selar diferentes geometrias de flanges, diferentemente de juntas sólidas que exigem o armazenamento de muitas juntas diferentes para atender às diferentes geometrias.

**Aplicação automática** – Os vedantes FIP podem ser aplicados por meio de aplicadores totalmente automatizados ou sistemas de impressão em tela ou estêncil.

**Aplicação mais fácil em componentes na vertical** – os vedantes FIP podem ser aplicados nas faces horizontais e verticais do flange. Ao contrário das juntas sólidas, não exigem adesivo adicional para manter sua posição na face vertical do flange.

**Redução das emissões de hidrocarbonetos** – A redução das folgas na vedação diminui as emissões de hidrocarbonetos em comparação com juntas sólidas.

## 4. ÁREAS DE APLICAÇÃO FIPG, VANTAGENS SOBRE JUNTA SÓLIDAS

Para obter o desempenho de vedação necessário em uma ampla gama de flanges, frequentemente usa-se 2 tipos de vedantes FIP:

- Vedantes anaeróbicos
- Elastômeros RTV vulcanizados à temperatura ambiente

### VEDANTES ANAERÓBICOS

Os vedantes anaeróbicos curam na ausência de ar e na presença de superfícies metálicas ativas. Estes produtos são mais adequados para vedar flanges rígidos, que são projetados para:

Alcançar excelente rigidez entre duas peças

- Reduzir o movimento entre duas peças
- Transmitir forças de uma peça para outra

Exemplos típicos de flanges rígidas são encontradas em veículos incluindo caixa de engrenagens, protetor de cárter, bomba d'água no bloco do motor e tampa do cabeçote

Os vedantes anaeróbios FIP são usados em conjuntos parafusados rígidos por:

- Oferecerem contato de metal-metal
- Garantirem a tensão correta dos parafusos
- Manterem com precisão as tolerâncias finais da dimensão
- Adicionarem força estrutural e reduzir micromovimentos
- Serem facilmente desmontados pela aplicação de uma carga de clivagem no conjunto
- Oferecerem resistência a alta pressão, se for aplicada uma carga de aperto suficiente
- Permanecerem na forma líquida; ao contrário de outros vedantes FIP, os vedantes anaeróbicos curam somente na parte entre as faces do flange. O excesso de material pode ser removido das superfícies externas ou ser arrastado das superfícies internas (vedantes líquidos são miscíveis em muitos fluidos, por exemplo, óleo).
- Oferecerem extensa vida útil da peça quando exposta ao ar - possibilitando vários métodos de aplicação e reduzindo os problemas associados ao uso de vedantes voláteis e/ou curados por umidade

## ELASTÔMEROS DE RTV [VULCANIZAÇÃO À TEMPERATURA AMBIENTE]

Os elastômeros de RTV curam através da reação com a umidade do ambiente tornando-se uma borracha sólida. Esses produtos são mais adequados para vedar flanges flexíveis, como na tampa da transmissão, caixa do volante, tampas de metal estampado, metais fundidos de pequena espessura e cárters. Ao contrário dos flanges rígidos, os flexíveis normalmente não suportam a função do componente, portanto, micromovimentos entre os flanges podem ser tolerados e uma distribuição ideal da carga de aperto não é necessária.

Flanges flexíveis são normalmente usadas para:

- Cobrir uma abertura em um bloco de motor
- Vedar um líquido dentro de um componente ou protegê-lo contra contaminação externa
- Cobrir peças móveis para aumentar a segurança
- Encapsular componentes para reduzir o ruído

Além dos flanges flexíveis, existem outros tipos de projetos de flanges que exigem juntas flexíveis, como:

- Peças onde a distribuição de tensão compressiva requerida para anaeróbicos não pode ser alcançada
- Conjuntos com flanges de diferentes materiais e grandes diferenças em seus coeficientes de expansão térmica, que podem resultar no arqueamento dos flanges
- Flanges onde mais de duas peças são montadas juntas, formando juntas em T

Os Elastômeros RTV podem ser usados para juntas flexíveis, bem como para juntas rígidas, e oferecem uma série de benefícios, incluindo:

- Preenchimento de grandes folgas
- Capacidade de vedar conjuntos com micromovimentos
- Garantia do contato de metal-metal
- Obtenção da tensão correta dos parafusos sem ajustes
- Vedação de conjuntos em T
- Vedação de flanges não usinadas
- Potencial para aplicação automatizada também para juntas AN
- Vedação entre componentes de metal e plástico ou mesmo entre plásticos e materiais feitos de plásticos

## 5. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA FIPGS ANAERÓBICAS

Para obter excelente desempenho de vedação em conjuntos parafusados rígidos, observe as considerações gerais de projeto da Seção 3. Além disso, várias características específicas de projeto para vedantes anaeróbios FIP devem ser seguidas, incluindo:

Flanges usinadas com a superfície com as seguintes características:

- Ra 0.8 a 3.2  $\mu\text{m}$
- Rz 3 a 21  $\mu\text{m}$  (10 pontos de altura)
- Rmax 4 a 30  $\mu\text{m}$
- Planicidade 0.1 mm @400 mm

Uma largura mínima de sobreposição do flange de 5 mm (para garantir uma cura confiável)

Uma largura mínima de sobreposição do flange em torno dos parafusos de 3 mm (para garantir uma cura confiável)

Chanfro e furos nos parafusos para eliminar metal levantado e calços

A folga máxima nas imperfeições da superfície ou nas marcas de usinagem deve estar dentro da faixa de cura por profundidade máxima (0,1 a 0,25 mm dependendo do vedante)

Típica pressão de contato mínima no flange para aplicações de carros de passageiros de 2,5 MPa

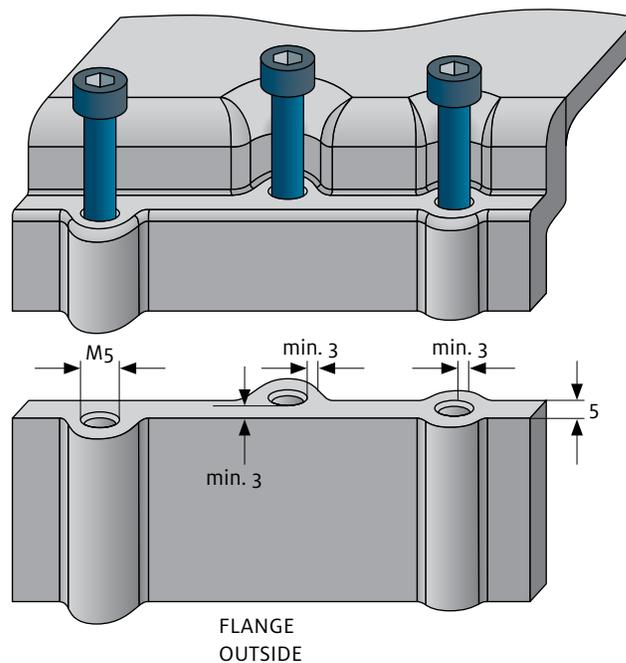
Uso de buchas de alinhamento para a montagem de peças grandes para evitar manchas do vedante e garantir o posicionamento preciso das duas superfícies de contato

Realizar testes de vedação instantânea pelo menos 20 minutos após a montagem com pressões de teste de  $\leq 0.03$  MPa/0.3 bar/4.3 psi por uma duração mínima possível



**FIGURA 10:**

**PROJETO DE  
FLANGE PARA  
VEDANTES  
ANAERÓBICOS FIP**



Além do projeto correto do flange, a vedação confiável com juntas FIP depende da adesão à superfície do flange. A adesão é fortemente influenciada pelo desempenho de cura. A cura anaeróbica começa quando o oxigênio atmosférico é expulso. Em seguida, os radicais livres são formados e sob o efeito de íons metálicos (Cu, Fe), esses radicais livres iniciam o processo de polimerização.

A cura confiável e a máxima adesão são alcançadas:

Com a limpeza das faces do flange

Com o uso de ativadores ou calor para substratos menos ativos (aço inoxidável, aço de alta liga, alumínio com baixo teor de cobre, revestimentos anódicos ou filmes de cromato)

## 6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA ELASTÔMEROS RTV

Os Elastômeros RTV são capazes de vedar conjuntos com desenho de flange ruim e áreas críticas, como juntas em T, onde vedantes anaeróbicos ou juntas rígidas podem apresentar problemas. No entanto, as considerações gerais de projeto da Seção 3 devem ser seguidas para obter uma vedação durável e confiável.

### POR QUE UM CHANFRO?

Testes de desempenho e experiência mostraram que um chanfro interno geralmente é o melhor projeto para vedar um conjunto usando os Elastômeros RTV. As principais vantagens de usar um chanfro incluem:

#### Fluxo de produto definido

- Nenhum desprendimento de partes de produto ao efetuar a montagem

#### Folgas definidas e preenchidas

- Boa durabilidade por causa da camada de produto (no chanfro)

#### Cura rápida

- O produto está totalmente curado quando chega ao cliente final

#### Fabricação fácil

- A superfície do molde leva à redução de custos

#### Baixo consumo do produto

- Redução de gastos

#### Troca de óleo

#### Guia para aplicação manual

- Rapidez na aplicação manual



## 6.1 PROJETO BÁSICO DO FLANGE

Flanges com superfícies características tão diversas como chapas de aço estampadas e superfícies fundidas podem ser vedados.

As seguintes recomendações são importantes para projetar um conjunto vedado com um Elastômero RTV:

Características recomendadas da superfície:

- Ra 0,5 a 8  $\mu\text{m}$
- Rz 5 a 90  $\mu\text{m}$  (10 pontos de altura)
- Rmax < 100  $\mu\text{m}$

O nivelamento de ambas as peças deve ser definido de maneira a evitar intervalos de mais de 0,3 mm entre as superfícies do flange

Folga máxima de 0,3 mm para permitir um teste de vedação instantânea após 20 minutos com 0,05 MPa / 0,5 bar / 7,2 psi ou acionamento do motor (relacionado às características de fluxo)

Largura mínima de sobreposição do flange de 5 mm sem incluir o chanfro (para capacidades de vedação instantânea)

Largura mínima de sobreposição do flange de 3 mm em torno dos parafusos, sem incluir o chanfro (para a aplicação do produto)

Largura interna do molde do chanfro de 2 mm no mínimo com ângulo de 30 ° ou raio interno alternativo de 4,5 mm estampado (para capacidade de vedação de longo prazo)

O chanfro ou raio somente em um dos flanges deve ser totalmente coberto por uma peça de acoplamento em todas as áreas (vide Figura 11)

Uso de buchas de alinhamento para a montagem de peças grandes para evitar manchas no vedante e garantir o posicionamento preciso das duas superfícies de contato

Ao preencher a área do chanfro:

- A área mínima definida do chanfro deve ser completamente preenchida
- Preencha completamente a sobreposição mínima do flange como mostrado na Figura 11

## 6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA ELASTÔMEROS RTV

Quando a pressão superficial mínima requerida para anaeróbicos não é alcançada, a vedação tem que se tornar mais flexível. Nesses casos, os Elastômeros RTV são capazes de lidar com movimentos na direção da curva e do corte devido a sua flexibilidade e características de projeto integradas (por exemplo, chanfro).

É óbvio que a falta de pressão superficial e os movimentos também exigem um Elastômero RTV com excelente adesão ao substrato.

Alta adesão e vedação confiável só podem ser alcançados com:

- Limpeza adequada das faces do flange

- Seleção do produto correto

- Montagem das peças dentro do tempo de formação de película, conforme listado na Folha de Dados Técnicos

- A garantia da quantidade correta de produto - o tamanho típico do cordão é de  $2,5 \pm 0,5$  mm (aplicações em carros de passageiros)

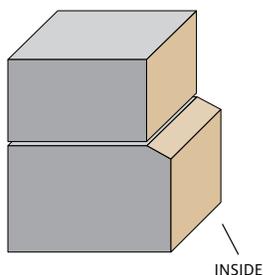
- A garantia da localização adequada do cordão - aplique sempre na área plana do flange, localizada a 1 mm do início do chanfro, conforme ilustrado na Figura 12.

- Aplicação em ambos os lados do conjunto, se possível - não é necessário aplicar no lado do chanfro

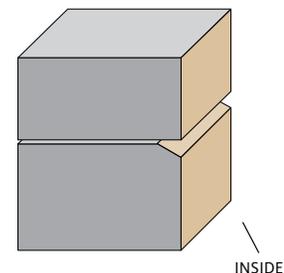
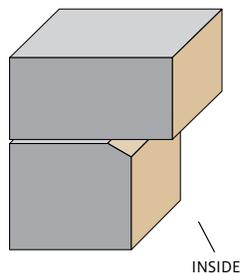
FIGURA 11:

### ALINHAMENTO DO FLANGE.

WRONG ▼

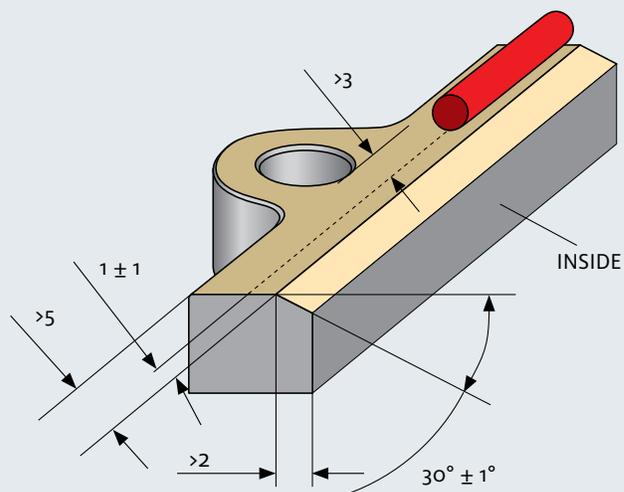


CORRECT ▼



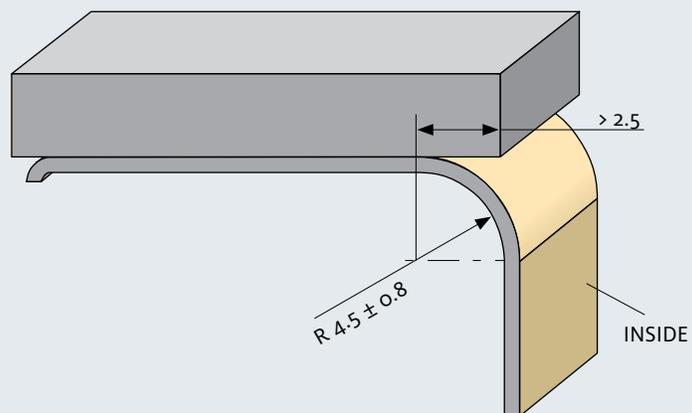
**FIGURA 12:**

**PROJETO DO CHANFRO.**



**FIGURA 13:**

**PROJETO DE RAIO PARA PEÇAS ESTAMPADAS.**



## 6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA ELASTÔMEROS RTV

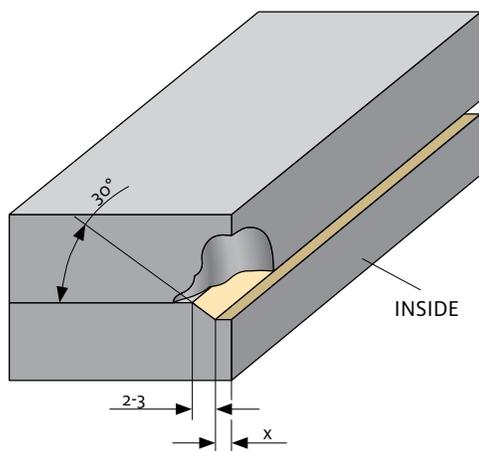
### 6.2 PROJETO ALTERNATIVO

#### CHANFRO TIPO DEGRAU

Os vedantes de elastômero RTV geralmente precisam de muitas horas para obter uma cura completa. Em áreas onde o vedante de Elastômero RTV não curado pode entrar em contato com o meio do fluido (por exemplo, furos de pressão de óleo durante no acionamento do motor), um projeto padrão de chanfro não é suficiente. O vedante líquido de elastômero RTV pode ser limpo. Para evitar contato direto com o meio do fluido, adicione uma etapa adicional para proteger o vedante de Elastômero RTV.

#### FIGURA 14:

**PROJETO DE CHANFRO TIPO DEGRAU / USO: POR EXEMPLO, PARA FUROS DE ALTA PRESSÃO.**



Para este projeto, somente a área de chanfro deve ser completamente preenchida com Elastômeros RTV.

Dimensão x deve ser capaz de acomodar todo o vedante que será extrudado através no chanfro. Dimensões piores dimensões devem ser levadas em conta. Dimensão comum para x é de 2 mm.

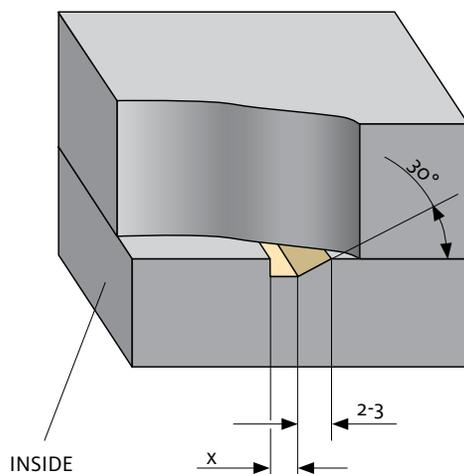
### CHANFRO TIPO RANHURA

Geralmente, em um flange real, o projeto simples de chanfro tipo degrau não pode ser usado em áreas próximas a parafusos ou rolamentos de apoio adicionais. O único recurso de projeto possível é uma ranhura. Para obter uma cura rápida, bom fluxo de produto e liberdade de aplicação, a melhor solução é uma ranhura chanfrada de 30° em um lado.

A ranhura deve ser projetada para evitar o preenchimento completo do vedante, mesmo sob as piores condições (volume máximo do produto com tamanho mínimo de ranhura). Isso pode ser obtido projetando um chanfro mais largo, com um fundo plano mais largo da ranhura, ou usando ambos os elementos de projeto.

### FIGURA 15:

**PROJETO DE  
CHANFRO TIPO  
RANHURA/ USO:  
EXEMPLO, PLACAS  
DO ASSENTO DO  
MOTOR.**



#### Nota:

O chanfro tipo ranhura nunca precisa ser completamente preenchido com elastômero selante RTV, mesmo sob as piores condições de tolerância. Somente a área de chanfro deve ser completamente preenchida com selante. Dimensão comum para x é de 2 mm.

## 6. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA ELASTÔMEROS RTV

### RANHURA

Em geral, o projeto da ranhura não é recomendado para os vedantes Elastômero RTV devido ao longo tempo de cura do produto retido. Além, do excesso de vedante poder ficar retido no lado interno (lado do fluido) e externo do flange. O excesso de vedante no lado do fluido pode romper e contaminar o fluido do motor que está sendo vedado. Na borda externa, o excesso de compressão pode causar um acabamento ruim. Mesmo sob condições piores, a ranhura deve estar completamente preenchida.

Forma comum de ranhura é um semicírculo:

largura:  $3,0 + 0,5$  mm

profundidade:  $1,5 + 0,5$  mm

distância da ranhura/furos de parafuso: 2 a 3 mm

### UNIÃO EM T

As áreas mais críticas a serem vedadas são onde três superfícies de vedação se encontram, conhecidas uniões em T. As juntas típicas que existirão em uma união em T são os tipos FIPG, SLS (aço de camada única), MLS (aço multicamadas) ou com borracha moldada. Uma atenção especial deve ser dada aos conjuntos vedados com juntas rígidas FIPG. Para obter uma vedação confiável, concentre-se no projeto correto e na tolerância dessas juntas, bem como no processo de montagem e na distribuição do produto (consulte também a Seção 7.2).

Nas piores condições, a regra geral é evitar folgas de mais de 0,3 mm.

Existem vários cenários possíveis:

- A) Vedação com Anaeróbico e Elastômero RTV. O flange com o anaeróbio sempre deve ser montado primeiro para evitar problemas de cura e adesão. O excesso de na superfície da união em T deve ser limpo antes de aplicar os Elastômeros RTV na segunda superfície de vedação.
- B) Vedação com Elastômeros RTV apenas. Um chanfro contínuo no interior deve ser formado após a montagem (vide Figura 16).

- C) Vedação com Elastômero RTV e juntas de borracha moldada dura, cortiça ou metal. Existem duas possibilidades:

Quando a primeira junta a ser montada é o vedante de elastômero RTV e a segunda é a de borracha moldada, aplique o selante de Elastômero RTV em quantidade suficiente para fornecer o aperto na união em T. O excesso deve ser removido ou as peças de acoplamento devem ser montadas dentro do tempo de trabalho recomendado do selante de Elastômero RTV.

A segunda junta, de borracha moldada, deve ser incorporada na superfície plana da união em T. Um filete de vedante de elastômero RTV deve ser aplicado no local da união T na posição do primeiro flange na linha central da união em T (linha dividida).

Quando a primeira junta montada é a junta de borracha moldada e a segunda é o vedante de elastômero RTV, deve-se aplicar uma quantidade suficiente de vedante Elastômero RTV para que a segunda junta possa proporcionar compressão na união em T. A posição recomendada para a junta de borracha moldada é normalmente nivelada com a superfície da união em T. A junta de borracha moldada não pode sobressair mais de 0,5 mm na extremidade do flange e o recuo da junta não deve ser superior a 0,5 mm.

- D) Vedação com junta SLS ou MLS e Elastômero RTV. A primeira junta montada é a SLS ou MLS e a segunda é o vedante de Elastômero RTV. Aplique vedante de Elastômero RTV em quantidade suficiente para fornecer o aperto na união em T. A junta SLS ou MLS deve ter mais de 0,5 mm de espessura e ser nivelada (sem saliência permitida) até o máximo de recuo de 1 mm. O tamanho do cordão do vedante RTV Elastômero para a união em T dependerá do projeto do flange da segunda montagem com o vedante RTV Elastômero adicional na união em T. Não é recomendável ter um projeto de união em T onde a primeira junta montada é o vedante de elastômero RTV e a segunda junta montada é a junta SLS ou MLS.

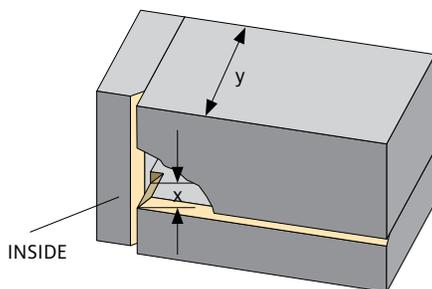
Ao vedar com a junta SLS ou MLS, o vedante de Elastômero RTV deve ter um bom contato com a área de vedação da junta rígida. A adesão à junta SLS ou MLS é essencial. A junta rígida deve ter pressão de superfície suficiente, mesmo no final da união, para evitar vazamento através da junta rígida e movimento da junta rígida em relação às superfícies do flange (expansão térmica diferente). Uma maneira de lidar melhor com esses movimentos relativos é integrar um semi-chanfro semelhante ao da Figura 16 (sem chanfro interno). Verifique também as Figuras 17 e 18.

## 6. DESIGN RECOMMENDATIONS FOR RTV ELASTOMERS

- E) Vedação com junta SLS ou MLS e juntas de borracha moldadas. A primeira junta montada é a junta SLS ou MLS e a segunda é a junta de borracha moldada. A junta SLS ou MLS deve ter mais de 0,5 mm de espessura e ser nivelada (sem saliência) até 1 mm de recuo no máximo. Para a montagem da segunda junta, uma superfície plana na união em T deve ser incorporada para permitir uma largura máxima para auxiliar na vedação da junta. Um filete de vedante de elastômero RTV com aproximadamente 8 mm de diâmetro na base deve ser aplicado no local da união em T no primeiro flange posicionado na linha central da união em T. Novamente, não recomenda-se ter um projeto de união em T, onde a primeira junta montada é a junta de borracha moldada e a segunda junta montada é a junta SLS ou MLS.

**FIGURE 16:**

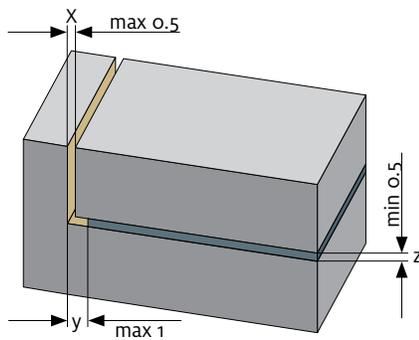
**GEOMETRIA DO FLANGE PARA VEDANTES DE ELASTÔMERO RTV NA UNIÃO EM T.**



A dimensão x sempre deve ser menor que a largura total do flange y. Dimensão comum:  $x = 3 \text{ mm}$  ( $y - x > 3!$ ). A largura mínima recomendada do flange y é 10 mm.

**FIGURA 17:**

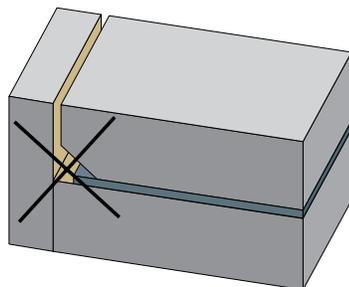
**GEOMETRIA DO FLANGE RECOMENDADA PARA OS VEDANTES DE ELASTÔMERO RTV NA UNIÃO EM T COM JUNTA RÍGIDA (EM AZUL).**



Tolerâncias de usinagem e posicionamento podem fazer com que a folga x seja de até 0,5 mm e acima. A dimensão y pode ser de 0,8 mm ou mais. A espessura da junta z pode exceder 0,8 mm. Nesses casos, é necessário entender o procedimento de montagem em detalhes e saber o tempo de testes a frio ou a quente com a pressão máxima e a duração. Além disso, será necessário aplicar mais vedante na união em T (ver também na Seção 7.2, figura 20). Os testes de verificação em condições precárias são obrigatórios.

**FIGURA 18:**

**NÃO SE RECOMENDA O CHANFRO ADICIONAL NA UNIÃO EM T. EXISTE O RISCO DE PERDA DE PRESSÃO NA JUNTA RÍGIDA E CAPACIDADE DE VEDAÇÃO INSTANTÂNEA FRACA.**



## 7. APLICAÇÃO DO PRODUTO E MONTAGEM

Na produção em larga escala, os seguintes pontos devem ser considerados:

### 7.1. LIMPEZA

Todas as peças produzidas devem ser limpas após a usinagem. Para obter uma qualidade consistente do processo de limpeza, os procedimentos disponibilizados pelo fornecedor do detergente devem ser seguidos.

Em geral, os vedantes de elastômero RTV são menos sensíveis à contaminação do que os anaeróbicos.

#### **ANAERÓBICOS:**

Para anaeróbicos, ambas as superfícies devem estar limpas e secas antes da aplicação e montagem. A contaminação no flange pode inibir a cura do produto ou reduzir a adesão ao substrato.

#### **VEDANTES DE ELASTÔMERO RTV:**

Os vedantes de elastômero RTV também precisam de flanges limpas e secas para obter uma vedação durável e de alta qualidade. Superfícies molhadas ou oleosas podem reduzir significativamente a adesão e o cordão dispensado pode escorregar da posição correta, o que afetaria o desempenho da vedação.

#### **GERAL:**

Recomenda-se executar testes básicos de adesão com a solução de limpeza na produção. As condições de teste devem ser os piores cenários.

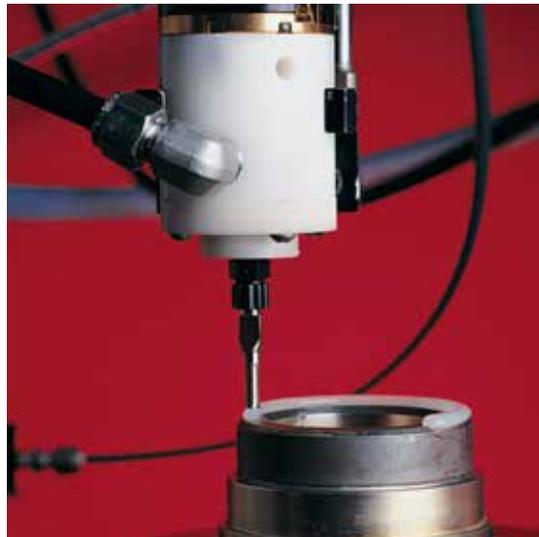
### 7.2. APLICAÇÃO

#### **APLICAÇÃO AUTOMÁTICA**

A maneira mais flexível e confiável de aplicar qualquer tipo de vedante é automaticamente ou usando uma Mesa XY. Por esta razão, a Henkel recomenda esta tecnologia especialmente para produção em larga escala.

A Henkel desenvolveu seus próprios sistemas de aplicação que são capazes de aplicar anaeróbicos de alta viscosidade e vedantes de Elastômero RTV com alta velocidade e excelente qualidade.

Sistemas de qualidade como monitores de fluxo ou sistemas de inspeção visual são recomendados para obter alta qualidade consistente.



## Exemplo para Anaeróbico

Diâmetro do cordão  $1,5 \pm 0,5$  mm

Posicione o cordão na linha central da superfície de acoplamento com uma precisão de  $\pm 1$  mm

Aplique o cordão contínuo do material dentro ou ao redor dos furos de pinos e parafusos

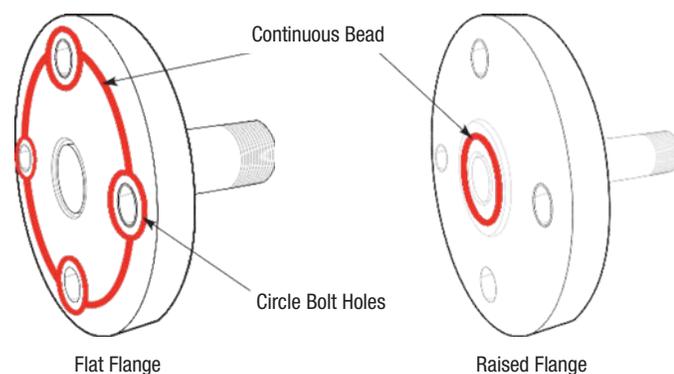
Inspeccione o cordão quanto a espessura uniforme, bolsões de ar, vazios e continuidade

A distância entre a ponta do bico e a flange deve ser  $(1,3 \pm 0,2$  mm)

Velocidade de aplicação de 80 a 130 mm/seg

### FIGURA 19:

**CORDÃO DE PRODUTO  
ANAERÓBICO NO  
FLANGE DA CAIXA DE  
VELOCIDADES.**



## 7. APLICAÇÃO DO PRODUTO E MONTAGEM

### Exemplo para Vedante de Elastômero RTV

Diâmetro do cordão  $2,5 \pm 0,5$  mm

Posicionado na área do flange plana, centro do cordão  $1 \pm 1$  mm do chanfro

Aplique um cordão contínuo do material dentro ou ao redor dos furos de pinos e parafuso

Inspeccione o cordão quanto a espessura uniforme, vazios de bolsa de ar e continuidade

A distância entre a ponta do bico e a flange deve ser o diâmetro do cordão ( $1,3 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ ) (Veja também na Seção 6.1 / Figura 12)

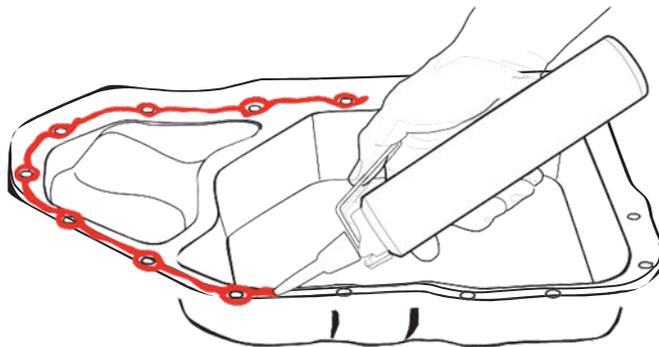
Velocidade de aplicação de 80 a 130 mm / seg

**Nota:** As uniões em T podem exigir uma quantidade maior de produto vedante de Elastômero RTV.

Um diâmetro maior do cordão ou um caminho de aplicação especial são formas adequadas de preencher o vazio nessa área. Estudos de aplicação são necessários para avaliar a quantidade correta do produto. Quando for necessário um filete para vedar uma união em T, normalmente é de 8 mm de diâmetro na base.

#### FIGURA 20:

**POSSÍVEL CORDÃO DO  
VEDANTE DE ELASTÔMERO RTV  
NA UNIÃO EM T.**



### IMPRESSÃO EM TELA

Este processo pode ser usado para aplicar anaeróbicos. A impressão em tela é especialmente adequada para produção em escala média e onde a flexibilidade não é necessária.

- Uma superfície plana (por exemplo, sem buchas) é necessária para o processo de impressão em tela. As telas se desgastam e, portanto, precisam ser periodicamente substituídas.
- A impressão em tela não pode ser usada para a aplicação de vedantes de elastômero RTV.

## 7.3. MONTAGEM

É essencial entender o processo na linha de montagem onde os FIPGs serão usados. As condições de montagem, etapas e tempos de ciclo têm um efeito importante na seleção do vedante e, posteriormente, na qualidade de todo o processo.

É importante evitar a contaminação dos flanges antes da montagem das peças. Quando as peças precisam ser movidas, o produto dispensado deve permanecer no lugar. O produto nunca deve ser tocado antes da montagem.

Sistemas de inspeção de qualidade podem ajudar a monitorar a aplicação e detectar o extravio ou a interrupção do cordão.

Uma vez que o produto aplicado se conecta a ambas superfícies do flange, qualquer movimento relativo à superfície da junta deve ser evitado.

### ANAERÓBICO:

A química básica de cura do vedante anaeróbico permite um tempo aberto ilimitado. No entanto, os vedantes de cura rápida podem começar a pré-curar mesmo antes da montagem. Este efeito chamado de "calço" (shimming) influenciará o desempenho de vedação e causará uma folga entre as superfícies do conjunto.

É altamente recomendável apertar completamente todos os parafusos imediatamente após a junção das faces do flange para evitar o calço e, posteriormente, o vazamento. Subconjuntos podem precisar da utilização de prisioneiros.

### ELASTÔMEROS DE RTV:

Uma vez que o produto é dispensado, os flanges devem ser montados dentro do tempo de formação de película do produto (aproximadamente 5 a 15 minutos para a maioria dos produtos, consulte a TDS). Um torque total baixo não é imediatamente necessário. Dependendo do tamanho e da rigidez dos flanges é possível a montagem de vários parafusos com torque total em até 20 ou 30 minutos.

### IMPORTANTE:

Desligamento ou quedas de linha devem ser levados em conta. Um planejamento adequado da linha de montagem pode evitar a necessidade de descartes ou retrabalho de peças.

## 8. MANUTENÇÃO E REPARO

### 8.1. DESMONTAGEM

Com o projeto, produto e processos corretos, a junta manterá a capacidade de vedação durante toda a vida útil do veículo. A desmontagem será, portanto, necessária apenas para reparos mecânicos.

#### PROJETO PARA DESMONTAGEM – VEDANTES ANAERÓBIOS/ELASTÔMEROS RTV:

Um método altamente eficaz e barato para desmontagem é implementar recursos de projeto especiais durante o desenvolvimento dos componentes.

As fotos a seguir mostram duas maneiras de conseguir isso:

Dependendo do tamanho da peça e acessibilidade, dois ou mais desses suportes de montagem ou recessos são necessários em cada junta.

#### FIGURA 21:

**POSSÍVEIS RECURSOS DE PROJETO PARA FACILITAR A DESMONTAGEM DE PEÇAS FUNDIDAS. EM ALGUNS CASOS, OS REQUISITOS DE ACESSIBILIDADE OU ESPAÇO PODEM LEVAR AO USO DE UMA ALAVANCA. OS FUROS USADOS PARA APARAFUSAR AS PEÇAS PODEM SER USADOS COMO APOIO PARA A ALAVANCA.**



### **FERRAMENTA DE DESMONTAGEM – VEDANTES DE ELASTÔMERO RTV**

Outro procedimento comum de desmontagem, especialmente para peças estampadas, é o método de espátula + martelo (vide Figura 22). Isso é válido para OEMs e oficinas de manutenção. As espátulas devem ser parcialmente modificadas dependendo das condições de acesso e manuseio. A borda frontal e lateral deve ser afiada para facilitar a inserção e facilitar o corte.

As principais vantagens desse método são:

- Boa disponibilidade – todas as caixas de ferramentas estão equipadas com essas ferramentas
- Pouco ou nenhum dano superficial
- Mecânica é usada para esta técnica – usada também para desmontagem de juntas
- Baixo custo
- Para alumínio fundido e aço estampado do cárter do óleo
- Compatível com os motores mais comuns

## 8. SERVICE AND REPAIR

### 8.2. LIMPEZA

Para juntas FIP, é essencial ter um processo de limpeza adequado para obter uma vedação de alta qualidade.

Após a desmontagem das peças, ambas as superfícies do flange devem ser limpas e inspecionadas.

#### AERÓBICOS:

Resíduos de juntas antigas devem ser completamente removidos para evitar calços, o que poderia causar uma falha.

Toda a sujeira ou fluidos devem ser removidos das superfícies de vedação para garantir uma boa cura e adesão do produto ao substrato.

A contaminação dos flanges antes da montagem deve ser evitada. Portanto, também pode ser necessário limpar peças ou áreas na vizinhança da junta vedada.

#### VEDANTES DE ELASTÔMERO RTV

A junta velha deve ser removida. Dependendo da aplicação, pequenas quantidades de resíduos são aceitáveis porque, geralmente, o vedante de elastômero RTV novo tem boa adesão ao vedante de elastômero RTV antigo. Se o calço for um problema, a flange deve estar completamente limpo para evitar qualquer falha ou mal posicionamento.

### FIGURA 22:

**EXEMPLO DE  
ESPÁTULA E  
MARTELO DE  
PLÁSTICO.**



Sujeira ou fluidos devem ser removidos das superfícies de vedação. O produto deve ser aplicado em um flange seco.

A contaminação dos flanges antes da montagem deve ser evitada. Portanto, também pode ser necessário limpar peças ou áreas na vizinhança da junta vedada.

#### **LIMPADORES E FERRAMENTAS**

- LOCTITE SF 7063 – Limpador de peças
- LOCTITE SF 7200 - Removedor de Juntas
- Espátula, raspador de plástico
- Buchas

Não use limpadores à base de petróleo ou minerais que deixem resíduos e evitam a adesão ou cura.

### **8.3. APLICAÇÃO E MONTAGEM**

Para a manutenção, o único método prático de aplicação para um FIPG é a aplicação manual dos cordões.

É importante descrever onde o produto deve ser aplicado e em que quantidade. Isso deve ser mostrado no manual de manutenção.

Aplique o vedante em apenas uma das superfícies de vedação.

Inspecione a posição do cordão, quantidade e continuidade, e repare as imperfeições imediatamente após a aplicação.

#### **ANAERÓBICOS:**

Os produtos anaeróbicos devem ser aplicados em linha reta no meio do flange (como a aplicação automática na produção em larga escala). A quantidade deve seguir as recomendações mostradas na Seção 7.2 Aplicação.

#### **VEDANTES DE ELASTÔMERO RTV:**

Ao aplicar os vedantes de Elastômero RTV, geralmente é mais fácil encontrar o local apropriado do cordão quando o produto é aplicado na peça com o chanfro. A localização e a quantidade do cordão devem seguir as recomendações mostradas na Seção 7.2 Aplicação.

## 9. ESCOPO E LIMITAÇÕES

Este guia é baseado na experiência de mais de 25 anos da Henkel, fortalecida por extensos testes realizados no GEC em Munique desde 1991. Com o conhecimento adquirido durante anos, a Henkel é capaz de demonstrar como uma vedação confiável pode ser alcançada.

O conteúdo deve ser usado para auxiliar durante o desenvolvimento ou para discutir falhas ocorridas no campo. Também pode ser usado para otimizar as flanges existentes.

O guia não pode substituir discussões detalhadas entre o cliente e o especialista em vedação da Henkel. A experiência mostra que cada flange e aplicação é diferente e, portanto, um conhecimento profundo do produto, projeto e processo é necessário para encontrar a melhor solução para cada caso. Exceções às regras dadas podem ser necessárias e devem ser verificadas.



## 10. ABREVIações

- SLS** Single-Layer Steel - Aço de camada única – Uma junta construída a partir de uma única camada de aço. Normalmente, o aço incluirá um cordão de vedação em relevo e pode incorporar um revestimento ou tratamento de superfície adicional.
- MLS** Multi-Layer Steel - Aço de Diversas Camadas – Uma junta construída a partir de duas ou mais camadas de aço. Tipicamente, uma ou mais camadas incluirão cordões de vedação em relevo e a junta pode incorporar um revestimento ou tratamento de superfície adicional.
- SGM** Soft Gasket Material - Material de Junta Macia (incluindo fibra, papel, grafite flexível e folha de borracha cortada) - Um material macio cortado que se comprime para se conformar em uma junta e criar uma vedação. A junta pode adicionalmente ser tratada com cordões impressos, revestimentos de superfície, guarnições de vedação, cordões prensados ou saturantes.
- Com** Composite - Compósito - Uma junta formada pela combinação de uma ou mais camadas de um material macio com uma ou mais camadas metálicas. Camadas podem ser mecanicamente ou quimicamente ligadas.
- FIPG** Formed-In-Place Gasket – Vide Seção 2 para definição.
- CIPG** Cured-In-Place Gasket – Vide Seção 2 para definição.
- IIP** Injected-In-Place – Vide Seção 2 para definição.
- MIP** Molded-In-Place – Vide Seção 2 para definição.
- RTV** Room Temperature Vulcanization - Vulcanização à temperatura ambiente, um mecanismo de cura, por exemplo, para RTV Elastômeros - veja também a Seção 4 - Vedantes de Elastômero RTV.
- Cu** Cobre
- GEC** Centro Global de Engenharia
- União em T** Área onde duas juntas se encontram – Vide também Seção 6.2.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- <sup>1</sup> Klöpfer M., Jäckle, M., Lechner G, Universität Stuttgart, Institut für Maschinenelemente: Deckeldichtungen. Abschlußbericht 152/III, FVA-Forschungsheft-Nr. 463, Frankfurt: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V., 1995
- <sup>2</sup> Kreuzer R.: MAE.0001 – Comparison of Anaerobic (518) and Silicone (5699) as Gasketing Materials. MRD 94-04 June 17, 1994.
- <sup>3</sup> Prediger B., Kleiner F.: MAE.0021 – Blowout Behavior of Silicones. MRD 95-01 January 31, 1995.
- <sup>4</sup> Ritter K-H., Schmatz T.: Projeto Instruction RTV Silicone – Sealant. September 1996.
- <sup>5</sup> Ritter, K-H., Clauss, R.: The New Challenge for Sealant Supplier – A Partnership with the Automotive Industry. SAE 960212, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA, 1996.
- <sup>6</sup> Kreuzer R.: MNA.0436 – Jaguar Engine AJ30/31. MRD 96-01 April 9, 1996.
- <sup>7</sup> Kreuzer R., McClelland B., Garnich F.: MAE.0420 – Projeto Guidelines for Gasketing Applications. MRD 96-03 July 17, 1996.
- <sup>8</sup> Kleiner F.: MNA.0006 – Anaerobic Solution for a Bedplate Application. MRD 96-04 August 23, 1996.
- <sup>9</sup> Kreuzer R.: MTP.0497 – Gasketing Fatigue Test with 5900. MRD 96-07 December 13, 1996.
- <sup>10</sup> Ritter, K-H.: Projeto Guidelines and Concepts for Zero-Gap Bedplate Sealing. SAE 1999-01-0593, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, PA.
- <sup>11</sup> Kreuzer R.: MAE.0019 – Comparative Testing of Gasketing Materials. Reports MRD 97-03 May 16, 1997, MRD 98-04 July 6, 1998, MRD 99-04 May 18, 1999.
- <sup>12</sup> Kleiner F.: MAE.0623 – Surface Roughness Investigation. MRD 99-09 July 31, 1999.
- <sup>13</sup> Kreuzer R., Romanos G.: Zuverlässigkeit von Flächendichtungen auf Basis von Flüssigdichtmitteln unter dynamischer Beanspruchung. VDI Berichte Nr. 1579, 2000.
- <sup>14</sup> Kreuzer R.: MAE.0747 – Comparative Fatigue Testing. MRD 00-04 May 18, 2000.
- <sup>15</sup> Kreuzer R.: MDP.1020 – Ford RTV Key Life Test. MRD 00-05 June 5, 2000.
- <sup>16</sup> Kreuzer R.: MAE.0749 – FEA Model of a Sealed Joint. MRD 00-21 December 11, 2000.

- <sup>17</sup> Kreuzer R.: MAE.5017 – Comparative Fatigue Testing. MRD 01-01 January 16, 2001.
- <sup>18</sup> Kreuzer R.: MAE.5041 – Fatigue Tests at Gasket Test Rig 2. MRD 01-06 August 21, 2001.
- <sup>19</sup> Kreuzer R.: MDP.5045 – Ford-KLT 5970 Investigation. MRD 01-05 September 24, 2001.
- <sup>20</sup> Schmatz T.: Guideline to Seal the T-Joint. September 2001.
- <sup>21</sup> Schmatz T.: MDP.0722 – T-Joint Investigation for Ford. MRD 01-07 October 18, 2001.
- <sup>22</sup> Kreuzer R.: MAE.5040 – Adhesive Layer Thickness. MRD 02-03 February 4, 2002.
- <sup>23</sup> Kreuzer R.: MAE.0748 – Gearbox Fatigue Testing. MRD 02-05 July 1, 2002.
- <sup>24</sup> Kreuzer R.: MAE.5067 – Component Fatigue Testing – Gearbox. MRD 03-02 January 20, 2003.
- <sup>25</sup> Kirchberger P.: Ford Puma T-Joint. MRD 03-04 February 27, 2003.
- <sup>26</sup> Schmatz T.: MDP.0905 – Next Generation RTV. MRD 03-06 March 21, 2003.
- <sup>27</sup> Becher J.: MAE.5068 – Adhesive Joint Behavior. MRD 03-07 March 20, 2003
- <sup>28</sup> LOCTITE Worldwide Projeto Handbook. 2nd Edition 1998

## Publicação:

Versão: 1.4

Local: Rocky Hill, Connecticut

Data: Junho, 2018

## Autores:

Renate Kreuzer, Henkel GEC, Cientista Engenheiro

Thomas Schmatz, Henkel GEC, Gerente de Engenharia de Transportes



#### CANAL DE SUPORTE AOS CLIENTES!

---



0800 666-0691



+56 (2) 2618-8370



0800 882-1547



+51 1 705-7729

#### HENKEL LAPA

Rua Werner Von Siemens,  
111 - Torre A - 7º andar - Lapa - SP  
Cep: 05069-010

#### HENKEL ITAPEVI

Av. Professor Vernon Kriebel, 91  
Itapevi - SP  
Cep: 06696-070

[www.loctite.com.br](http://www.loctite.com.br)

The data contained herein are intended as reference only. Please contact Henkel for assistance and recommendation on specifications for these products.

All marks used are trademarks and/or registered trademarks of Henkel and its affiliates in the U.S., Germany and elsewhere.  
© 2019 Henkel Corporation. All rights reserved. 1351052 (03/2019)