Guia de seleção de juntas de vedação

Como escolher uma junta de vedação ou vedação estática de face — material conforme fluido e temperatura, a tensão de assentamento e a carga nos parafusos que ela exige, o acabamento do flange e os modos de falha por trás da maioria dos vazamentos.

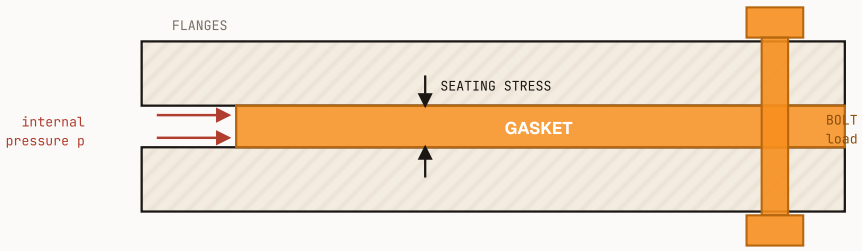
REVISÃO	PUBLICADO	RESPONSÁVEL	COMPLEMENTO
1.0	June 2026	Engenharia Ideambox	Referência em PDF

RESUMO

Uma junta veda uma união estática entre duas faces que não podem ser usinadas finas o bastante para vedar sozinhas. A carga dos parafusos esmaga a junta para preencher a textura da superfície (assentamento), e o aperto remanescente precisa resistir à pressão interna que tenta desassentá-la ou expulsá-la. Escolher bem significa adequar o material ao fluido e à temperatura e, depois, garantir carga suficiente — e uniforme — nos parafusos.

A Seção 1 apresenta as opções de vedação estática. A Seção 2 trata dos tipos e materiais de junta. A Seção 3 aborda a tensão de assentamento e a carga nos parafusos (os fatores m e y). A Seção 4 trata do projeto do flange e da união. A Seção 5 aborda selantes líquidos / formados no local. A Seção 6 traz modos de falha e um checklist.

BOLTED FLANGE GASKET — SECTION



UMA JUNTA DE FLANGE APARAFUSADO. A CARGA DOS PARAFUSOS ESMAGA A JUNTA CONTRA AS IMPERFEIÇÕES DA SUPERFÍCIE (A TENSÃO DE ASSENTAMENTO) E DEPOIS PRECISA MANTÊ-LA ASSENTADA CONTRA A PRESSÃO INTERNA QUE TENTA EXPULSÁ-LA — É TANTO UM PROBLEMA DE FORÇA DE APERTO QUANTO DE MATERIAL.

SUMÁRIO

1. Opções de vedação estática
2. Tipos e materiais de junta
3. Tensão de assentamento e carga nos parafusos
4. Projeto do flange e da união
5. Selantes líquidos e formados no local
6. Modos de falha e checklist

1. Opções de vedação estática

Para uma união sem movimento há várias escolhas; decida por pressão, temperatura, fluido e pela forma como as faces são fabricadas:

- **Junta de vedação**
  uma folha/anel compressível apertado entre flanges; melhor para uniões planas maiores e conexões que precisam de manutenção em campo.

- **O-ring (em canal)**
  melhor para pressão moderada com alojamento usinado; menor carga nos parafusos, reutilizável (veja o Guia de seleção de O-rings).

- **Selante líquido / formado no local**
  silicone RTV ou anaeróbico; preenche a folga, sem peça cortada, ótimo para tampas e faces irregulares.

- **Vedação metálica** (RTJ, anel C)
  pressão/temperatura extremas, flanges de precisão.

A junta vence quando as faces são grandes, planas e aparafusadas; o O-ring vence quando é possível usinar um canal e se deseja uma vedação reutilizável com baixa carga nos parafusos.

2. Tipos e materiais de junta

TIPO	TEMP. MÁX.	PRESSÃO	FLUIDO / RESISTÊNCIA	OBSERVAÇÕES
Folha de elastômero (NBR/EPDM/FKM/Si)	conforme o elastômero (≤~200 °C)	baixa–média	conforme a compatibilidade do elastômero	Macia, baixa carga nos parafusos, barata; tampas/baixa pressão
Fibra comprimida (CNAF, papelão hidráulico)	~400 °C	alta	óleos, água, vapor	A opção industrial de uso geral
PTFE (virgem / expandido)	~250 °C	média–alta	química quase universal	Use PTFE **expandido** para evitar fluência a frio
Grafite flexível	~450 °C+	alta	vapor, produtos químicos	Alta temperatura; boa conformabilidade
Espiralada (metal + enchimento)	alta	alta	tubulações flangeadas	Resiliente, recupera-se após o relaxamento dos parafusos
Junta metálica tipo anel (RTJ)	muito alta	muito alta	óleo e gás	Exige flanges com canal
Cortiça / borracha, papel	baixa	baixa	óleos, combustíveis (serviço leve)	Cárteres, tampas, serviço leve
Líquida (RTV / anaeróbica)	~200–300 °C	baixa–média	conforme a química	Preenche folgas (RTV) ou vedação rígida metal-metal (anaeróbica)

Adeque o *material* da junta ao fluido exatamente como faria com um O-ring — as regras de compatibilidade de elastômero/PTFE/grafite são as mesmas.

3. Tensão de assentamento e carga nos parafusos

A junta precisa de duas coisas dos parafusos, e o projeto deve atender a ambas:

1. **Assentar** *esmagar a junta o suficiente para que ela se conforme: tensão mínima de assentamento **y** (MPa) sobre a área da junta.* `W_seat = y · A_gasket`.
2. **Manter assentada** *resistir à força axial da pressão mais uma margem: o fator **m** (de manutenção) define a tensão residual necessária sob pressão.* `W_operate = (pressure end load) + m · p · (contact area)`.

A carga nos parafusos deve cobrir o pior dos dois casos. Isso se liga diretamente à referência *Bolted joint* (uniões aparafusadas) — a junta define a pré-carga necessária, e a quantidade, o tamanho e o torque dos parafusos a entregam.

MATERIAL DA JUNTA	FATOR M	Y ASSENTAMENTO (MPA)
Elastômero macio (<75 Shore A)	0.5–1.0	0 – 1.4
Elastômero com lona	~1.25	~2.8
Fibra comprimida (1.5 mm)	~2.0	~11
PTFE	~2.0	~9
Espiralada (inox + grafite)	~3.0	~69
Alumínio macio (metálica plana)	~4.0	~60

Valores indicativos (no estilo ASME VIII Div 1, Apêndice 2). Juntas mais macias exigem muito menos carga nos parafusos — mas sofrem mais fluência.

4. Projeto do flange e da união

- **Acabamento superficial:** juntas macias na verdade vedam melhor em uma face levemente rugosa, com ranhuras concêntricas ou em espiral (Ra ~3.2–6.3 µm), que "morde"; PTFE e vedações metálicas pedem faces mais lisas e planas.

- **Planicidade e rigidez:** os flanges devem permanecer planos sob a carga dos parafusos
  flanges finos ou com parafusos muito espaçados empenam entre os parafusos e vazam ali. Mantenha os parafusos próximos e os flanges rígidos.

- **Aperte de forma uniforme** em padrão estrela/cruzado, em etapas, para distribuir a carga e não inclinar a junta.

- **Não comprima demais** (esmagando/extrudando a junta) nem aperte de menos (vazamento). Use uma junta com espessura e largura corretas
  mais larga exige mais carga total, mais fina sofre menos fluência.

- **Expulsão (blow-out):** confine a junta (face com ressalto, canal ou estilo O-ring) em alta pressão para que a pressão interna não a empurre para fora.

5. Selantes líquidos e formados no local

- **Silicone RTV (FIPG):** flexível, preenche folgas, removível; bom para tampas de chapa e uniões que flexionam ou têm faces imperfeitas. A cura exige ar/umidade; respeite o tempo de formação de película.

- **Anaeróbico (selante de flange):** cura rígido na ausência de ar entre faces metálicas bem ajustadas; sem folga, alta resistência, excelente em carcaças usinadas. Exige metal limpo e com contato próximo.

- **Ambos substituem uma junta cortada quando não compensa ferramental para a junta**
  mas exigem superfícies **limpas e desengraxadas** e cura correta antes de pressurizar.

6. Modos de falha e checklist

MODO	CAUSA	CORREÇÃO
Vazamento na montagem	tensão de assentamento insuficiente / carga desigual nos parafusos	pré-carga maior/uniforme, junta correta, torque em padrão estrela
Vazamento com o tempo	relaxamento dos parafusos, fluência da junta (esp. PTFE)	reapertar após o assentamento, usar espiralada/PTFE expandido, arruelas Belleville
Esmagamento / extrusão	compressão excessiva, junta macia/larga demais	junta mais dura, confiná-la, controlar a carga nos parafusos
Ataque químico / inchamento	material errado	reselecionar conforme a compatibilidade com o fluido
Relaxamento térmico	fluência em alta temperatura reduz o aperto	junta para alta temperatura, carga viva (molas), reaperto a quente
Expulsão	pressão supera o confinamento	união confinada/com face de ressalto, maior carga nos parafusos

6.1 Checklist de seleção

- **Fluido e temperatura**
  escolha o material que resiste a ambos (Seção 2), exatamente como para um O-ring.
- **Pressão**
  contínua e de pico; confine a junta em alta pressão.
- **Carga de assentamento e de operação**
  a partir de y e m, dimensione a pré-carga dos parafusos (veja a referência Bolted joint).
- **Flange**
  acabamento, planicidade e espaçamento entre parafusos adequados; aperto em padrão estrela.
- **Manutenção**
  será reaberta? Junta cortada / O-ring para uniões desmontáveis; selante para permanentes.
- **Plano contra relaxamento**
  cronograma de reaperto ou carga viva para uniões quentes ou sujeitas a fluência.

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/pt/downloads/gasket-selection-guide/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact