

Combatendo Gases Ácidos, Névoa Salina e Incrustações em Poços: Revestimentos de Fluoropolímeros Everflon™

Aplicações-Alvo: Ferramentas Downhole, Árvores de Natal Subsea, Parafusos e Estojos Offshore, Válvulas & Dutos | **Divisão:** Everflon Energia & Soluções para Campos Petrolíferos | **Data:** Setembro de 2026

Nos ambientes mais agressivos de exploração e produção upstream, transporte de hidrocarbonetos e instalações submarinas — marcados por alta pressão e alta temperatura (HPHT), presença contínua de gases ácidos corrosivos (H2S, CO2) e névoa salina marítima —, a confiabilidade dos componentes metálicos dita a rentabilidade operacional. Os sistemas de revestimento em fluoropolímeros Everflon™ (PTFE, PFA, FEP, ETFE) formam uma barreira estanque e isenta de microporosidades sobre aços-carbono, aços inoxidáveis e ligas de titânio. Desenvolvidos para extinguir a corrosão galvânica, vedar gases ácidos, evitar o engripamento mecânico e repelir o acúmulo de parafinas e asfaltenos, eles reduzem drasticamente intervenções corretivas (workovers) e paradas de produção.

1. Ambientes Operacionais Críticos: Corrosão, Permeação & Dinâmica de Incrustação

Colunas de perfuração, cabeças de poço submarinas (subsea Christmas trees), válvulas de injeção química e dutos de escoamento operam sob severas agressões físico-químicas. A coexistência de sulfeto de hidrogênio (H2S), dióxido de carbono (CO2), íons cloreto e águas de formação hiper-salinas provoca corrosão por pites, corrosão sob tensão (SCC) e fragilização por hidrogênio em aços desprotegidos. Em ambientes offshore e submersos, pares galvânicos entre ligas dissimilares e o biofouling aceleram a degradação mecânica dos equipamentos.

Em paralelo, o fluxo de petróleos pesados sofre com a precipitação maciça de ceras parafínicas, asfaltenos viscosos e incrustações inorgânicas de sulfato de bário, estreitando o diâmetro útil de escoamento e exigindo constantes intervenções de pigging ou lavagens caras com solventes aromáticos. Revestimentos metálicos galvânicos tradicionais (zincagem, cadmiagem) degradam-se rapidamente por ação de sacrifício, levando ao travamento destrutivo de parafusos prisioneiros e exigindo corte a maçarico. Os revestimentos fluoropoliméricos sinterizados Everflon™ substituem essas alternativas vulneráveis por uma blindagem fluorocarbonada hidrofóbica e impermeável, bloqueando gases ácidos e rejeitando incrustações orgânicas em largas faixas de temperatura.

Conformidade NACE MR0175 / ISO 15156 para Serviço Ácido (Sour Service): Os revestimentos Everflon™ PFA, PTFE e ETFE apresentam reatividade química nula perante o sulfeto de hidrogênio (H2S), ácido carbônico e hidrocarbonetos voláteis. Atuando como uma barreira física densa contra a permeação molecular de gases ácidos, eles isolam completamente os aços-carbono e baixa liga do contato corrosivo, extinguindo o risco de trincamento por corrosão sob tensão por sulfeto (SSC).

2. Principais Vantagens de Engenharia da Everflon™ na Indústria de Petróleo & Gás

Barreira Impermeável contra H2S e Corrosão Ácida: Inércia química plena contra elevadas pressões parciais de H2S, CO2, ácidos de estimulação de poço (HCl/HF) e salmouras saturadas.	Estabilidade Térmica e de Pressão HPHT: Operação contínua de até 260 °C (500 °F) e resistência atestada ao empolamento por descompressão rápida de gás (RGD).
Anti-Engripamento e Torque de Aperto Homogêneo: Coeficiente de atrito dinâmico ultra-baixo (0,05 a 0,10) que garante relação torque-tensão uniforme e desmontagem sem danos mecânicos.	Mitigação de Parafinas, Asfaltenos e Incrustações: Energia de superfície ultra-baixa que impede a nucleação e ancoragem de ceras parafínicas, sulfatos inorgânicos e borras asfálticas.

3. Matriz de Seleção de Fluoropolímeros Everflon™ para Aplicações em Campos Petrolíferos

Grau de Fluoropolímero	Temp. Contínua Máx.	Resistência à Permeação	Mecanismo Funcional Primário	Equipamentos e Aplicações Típicas em Óleo & Gás
Everflon™ PTFE	260 °C (500 °F)	Boa	Menor coeficiente de atrito, lubrificação de película seca, anti-engripamento, alta estabilidade térmica	Estojos e porcas B7/L7, fixadores marítimos, sedes de válvulas esfera, pistões de atuadores
Everflon™ PFA	260 °C (500 °F)	Excepcional	Película fundida sem poros, estanqueidade absoluta a gases ácidos e ácidos minerais, tenacidade a quente	Válvulas de árvores submarinas, válvulas de segurança de subsuperfície (DHSV), linhas de injeção química
Everflon™ FEP	205 °C (401 °F)	Superior	Película fundida homogênea lisa, antiaderência notável a parafinas e compostos viscosos	Linhas de escoamento, corpos de choke, cilindros de amostragem de fundo, revestimento interno de tubulares
Everflon™ ETFE	155 °C (311 °F)	Superior	Máxima resistência mecânica a impacto, excelente tenacidade contra corte e abrasão por lamas de perfuração	Proteção externa de tubos de perfuração, carcaças de motores de lama, abraçadeiras de risers submarinos

4. Aplicações Críticas em Subsistemas de Exploração e Produção

- **Parafusos Estojos e Fixadores Offshore & Subsea (ASTM A193 B7/B7M):** A névoa salina marinha e o acoplamento galvânico entre flanges geram corrosão e travamento das roscas, forçando cortes destrutivos a maçarico durante paradas. Os revestimentos em PTFE Everflon™ superam 3.000 horas em ensaio de névoa salina (ASTM B117), asseguram tensão de aperto uniforme e garantem desaperto com ferramentas manuais comuns.
- **Ferramentas Downhole de Perfuração e Completação (MWD/LWD, DHSVs e Packers):** O calor severo de fundo de poço e fluidos de perfuração abrasivos desgastam camisas deslizantes e caixas de sensores. Os revestimentos ETFE e PFA Everflon™ resguardam a eletrônica embarcada, evitam acúmulo de lama bentonítica e proporcionam deslizamento suave de baixo atrito.
- **Válvulas, Chokes e Atuadores (Esfera, Gaveta, Globo, Macho e Borboleta):** Gases úmidos agressivos e areia de formação erodem as superfícies de vedação metálica, elevando dramaticamente o torque de manobra. O revestimento interno Everflon™ PFA e PTFE em esferas e gavetas anula picos de torque, atesta vedação estanque sem bolhas e bloqueia o ataque de ácidos minerais.
- **Dutos de Escoamento (Flowlines) & Manifolds (Controle de Parafina e Hidratos):** O resfriamento térmico nas linhas de surgência submarina induz a cristalização de ceras parafínicas e formação de tampões de hidrato. A natureza hidrofóbica e oleofóbica dos liners em Everflon™ FEP/PFA bloqueia a ancoragem inicial dos cristais, mantendo estável a vazão de escoamento.
- **Componentes Estruturais Offshore e Abraçadeiras de Risers:** A zona de respingo (splash zone) submete abraçadeiras e tirantes a ciclos alternados de água salgada oxigenada e radiação UV contínua. Os sistemas multicamadas Everflon™ proveem isolamento catódico e barreira química total, bloqueando manchas de ferrugem e fratura por corrosão sob tensão.
- **Linhas de Injeção Química e Umbilicais Hidráulicos:** Metanol, glicol, inibidores de corrosão e biocidas injetados a pressões submarinas descomunais degradam polímeros convencionais. Tubulares revestidos com Everflon™ PFA e ETFE asseguram inércia química irrestrita, eliminando riscos de inchamento ou rompimento por permeação.

5. Controle de Qualidade, Normas de Corrosão & FAQ Técnico

Os revestimentos Everflon™ para óleo e gás são submetidos a ensaios rigorosos de qualificação: teste de porosidade por faísca em alta tensão (ASTM G62), resistência à névoa salina (ASTM B117), aderência por corte em grade (ASTM D3359) e ensaios de imersão em autoclave sob gases ácidos simulados.

P: Quais são as vantagens dos revestimentos Everflon™ em comparação com zincagem ou cadmiagem em fixadores offshore?

R: Revestimentos galvânicos de sacrifício se desgastam rapidamente na atmosfera marinha, culminando em ferrugem vermelha e engripamento severo das roscas em poucos meses. Os revestimentos fluoropoliméricos Everflon™ fornecem proteção por barreira pura com mais de 3.000 horas de resistência à névoa salina, eliminam pontes galvânicas e preservam o torque de desaperto inalterado ao longo de anos de operação subsea.

P: Os revestimentos Everflon™ resistem à descompressão rápida de gás (RGD) em poços gasíferos de alta pressão?

R: Sim. Fluoropolímeros termoplásticos processáveis por fusão, como Everflon™ PFA e ETFE, reúnem densidade molecular elevada, baixa solubilidade a gases e excelente alongamento de ruptura. Aplicados sobre primers de alta ancoragem, eles extinguem microfissuras, delaminações e empolamento comuns em elastômeros e epóxidos sujeitos a quedas bruscas de pressão.

Everflon™ Materiais Avançados — Centro de Engenharia de Superfície para Óleo & Gás

Consultoria de conformidade NACE MR0175, qualificação de névoa salina para estojos e ensaios técnicos em corpos de prova

E-mail: oilgas@everflon.com | **Website:** www.everflon.com/oil-and-gas