

Copyright 2016, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2016, em Búzios/RJ no mês de maio de 2016.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

## LEGENDA:

### Juntas de Isolamento Elétrico Monobloco projetadas para garantir a integridade dos dutos

Mauro C. Barreto<sup>a</sup>, Renata S.O. Ramos<sup>b</sup>, Gabriela N. Bernardo<sup>c</sup>

#### *Abstract*

The oil and gas production, transportation and distribution industry have been required the using of high performance monolithic insulation joints that provide electrical isolation between segments of pipeline. As the name implies, a monolithic isolation joint appears as a solid block, supplied fully assembled and ready to weld into the pipeline. It can seem a simple piece of equipment because it has no moving parts. However, this equipment hides an assorted mixture of components that are impossible to be inspected on receipt and are susceptible to failures. In the design of these joints and beginning of the service, the insulation joints performance is generally forgiving, and important information for specification of their internal components are not evaluated causing the installation of nonconforming pieces related to kind of fluid, temperature, pressure and required tests, offering risks to the pipeline integrity and maintenance workers. Therefore, a high degree of quality control on each component is necessary.

Usual failures of monolithic insulation joints in service are associated to highlighted critical areas, where the user attention is necessary: 1) type of seal (definition, compatibility and construction); 2) forging and pipe traceability; 3) design flaws.

**Keywords:** Electrical isolation, monolithic isolation joint, corrosion, integrity, failure analysis, quality assurance.

#### **Resumo**

A indústria de produção, transporte e distribuição de petróleo e gás tem requerido a utilização de juntas de isolamento elétrico monobloco de alto desempenho que proporcionem isolamento elétrico entre trechos de dutos. Como o nome implica, uma junta de isolamento elétrico monobloco é como um bloco sólido, fornecida totalmente montada e pronta para ser soldada na tubulação. Parece um pedaço de equipamento, porque não é formado por partes móveis. Contudo, este equipamento esconde uma variada mistura de componentes que são impossíveis de serem inspecionados no recebimento e que são suscetíveis a falhas. No projeto das juntas e

<sup>a</sup> Diretor Comercial, Engenheiro de Petróleo – IEC – Instalações e Engenharia de Corrosão Ltda

<sup>b</sup> Gerente Comercial, Engenheira Química - IEC – Instalações e Engenharia de Corrosão Ltda

<sup>c</sup> Engenheira Química - IEC – Instalações e Engenharia de Corrosão Ltda

no início dos serviços, o desempenho das juntas de isolamento é geralmente esquecido e informações importantes para especificação de seus componentes internos não são avaliadas, ocasionando a instalação de peças desconformes com o tipo de fluido, temperatura, pressão e testes requeridos, ofertando risco à integridade dos dutos e operadores de manutenção. Portanto, um elevado grau de controle de qualidade em cada componente é necessário.

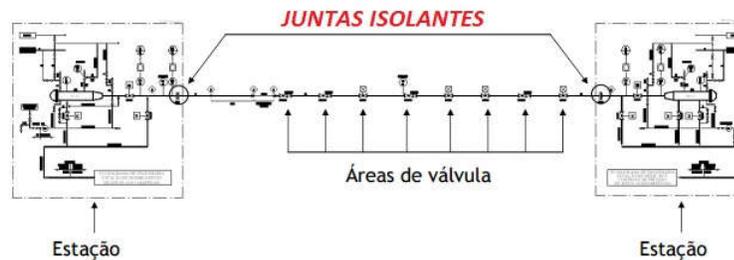
Falhas usuais de juntas de isolamento elétrico monobloco em serviço estão associadas às áreas críticas em destaque, onde a atenção do usuário é necessária:

- 1) Tipo de Selo (definição, compatibilidade e construção);
- 2) Forjamento e rastreadabilidade do tubo;
- 3) Falhas de Projeto.

**Palavras-chave:** isolamento elétrico, junta de isolamento elétrico monobloco, corrosão, integridade, análise de falha, garantia da qualidade.

## Introdução

Os projetos de proteção catódica de dutos possuem um sistema de limitação de corrente denominado junta de isolamento elétrico. As juntas de isolamento elétrico devem ser instaladas para isolar eletricamente segmentos de dutos para controlar a proteção catódica em uso.



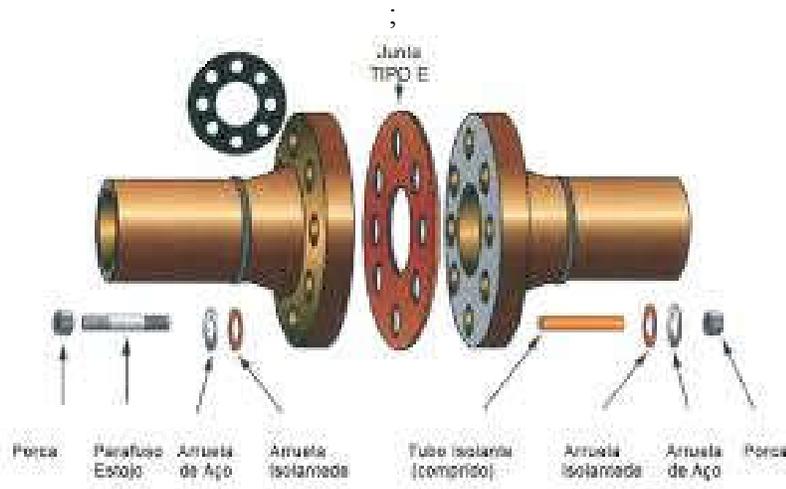
**Figura 1 - Esquemático de Instalação das Juntas de Isolamento em um Sistema de Proteção Catódica**

Sendo assim, a junta de isolamento elétrico tem papel fundamental para assegurar a integridade dos dutos. Contudo, dependendo do modelo de junta adotado, problemas de manutenção, vazamento ou falhas na limitação de corrente poderão ser recorrentes.

Por isso a definição de qual modelo de junta de isolamento elétrico utilizar e o controle de qualidade dos componentes deve ser de fundamental importância.

As juntas de isolamento elétrico podem ser de dois tipos:

- Convencionais (instaladas normalmente entre flanges);



**Figura 2 - Junta de Isolamento Elétrico Convencional entre flanges**

- Monolíticas (soldadas diretamente na tubulação);



**Figura 3 - Juntas de Isolamento Elétrico Monobloco**  
(Cortesia Fabricante Nuova Giungas)

No primeiro caso, as juntas convencionais comumente apresentam problema de manutenção, podendo aparecer no momento inicial de sua instalação ou ao longo de seu período em serviço. Estas juntas possuem componentes com resistência mecânica inferior aos materiais dos flanges, o que pode causar falhas no isolamento ou vazamentos. Tudo isso pode provocar deficiências na proteção catódica ou acidentes graves devidos a vazamentos.

No segundo caso, as juntas de isolamento tipo monobloco são fabricadas com o mesmo aço do tubo onde serão instaladas. Possuem componentes internos específicos para trabalho com cada tipo de fluido em serviço e são soldadas diretamente à tubulação. Além de possuírem maior vida útil e de manterem inalteradas as características técnicas e operacionais, reduzem custos gerais, devido à ausência de manutenção e substituição de peças. E, desde que estas peças sejam fabricadas de forma segura onde seus componentes internos sejam avaliados e escolhidos de forma a atender cada projeto e estejam sujeitas a elevado controle de qualidade, é possível dizer que as juntas de isolamento elétrico monobloco são escolhas viáveis economicamente, pois além de oferecerem maior confiabilidade, maior segurança aos trabalhadores de manutenção e garantia de integridade aos dutos, apresentam considerável redução de custo a longo prazo para projetos.

Como avaliar os elementos internos das juntas de isolamento elétrico monobloco e garantir um elevado padrão de controle de qualidade? Esta será nossa abordagem neste trabalho.

## Metodologia

A ideia é apresentar os possíveis controles de qualidade para que tenhamos juntas de isolamento elétrico monobloco que garantam a integridade dos dutos e que proporcionem excelência em segurança.

Os métodos de avaliação são os seguintes:

- 1) Análise dos Selos de Isolamento e Vedação disponíveis (Definição, compatibilidade e método construtivo):

Um exemplo de desenho convencional de uma junta de isolamento elétrico monobloco é mostrado na Figura 4. O desenho convencional é composto por várias peças forjadas unidas por algumas soldas. Muitas vezes, as peças forjadas são soldadas em pedaços menores para facilitar a instalação no duto. Uma folha de isolamento elétrico é instalada entre as peças forjadas de tubos. Epóxi reforçado com fibra de vidro (GRE), compósito de fibra de vidro e resina epóxi são usualmente utilizados como materiais desta folha de isolamento elétrico. Dois ou mais selos estão presentes para vedar entre a folha de isolamento elétrico e as peças forjadas.

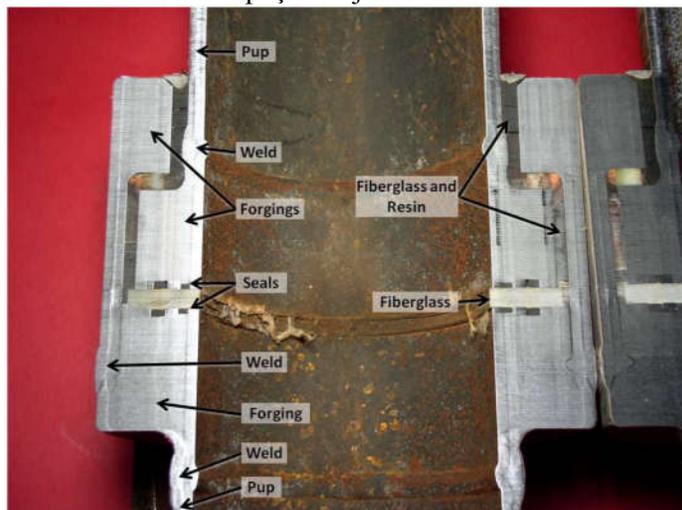
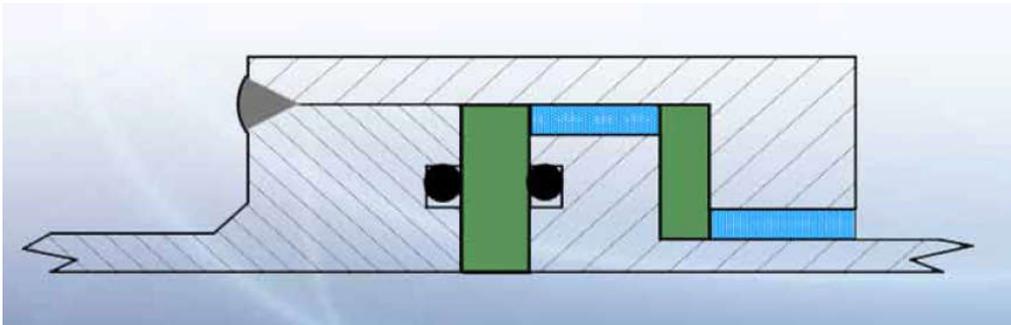


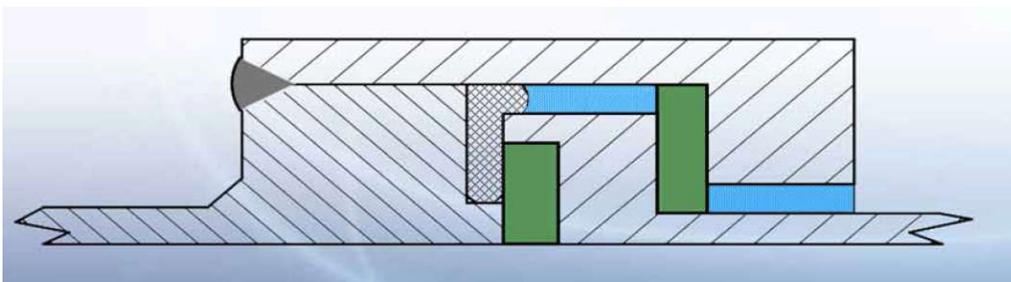
Figura 4: Exemplo de junta de isolamento elétrico monobloco cortada

Existem três tipos de selos disponíveis para a vedação interna das juntas de isolamento elétrico monobloco: selo do tipo O-ring, selo do tipo retangular e selo do tipo Formato em “U”.

O selo do tipo O-ring é o mais antigo dos selos, comumente destinado a trabalhos com fluidos não críticos a baixas e moderadas pressões. No entanto, já foram confirmados múltiplos vazamentos em juntas de isolamento elétrico monobloco fabricadas com selos deste tipo. O selo retangular é utilizado para transporte de fluidos a pressões baixas e pouco altas, não sendo recomendado para pressões muito elevadas. Por isso, a necessidade de desenvolvimento de um selo de maior eficiência e sem limitações, definido de acordo com as particularidades de cada projeto, confirmando compatibilidade do selo requerido com o fluido e sua conformação no interior da peça. Então, o selo do tipo Formato em “U” foi desenvolvido e leva em consideração a criticidade dos mais variados tipos de fluidos.



**Figura 5 - Selo de Vedação do tipo O-Ring**



**Figura 6 - Selo de Vedação do tipo Retangular**



**Figura 7 - Selo de Vedação do tipo Formato em “U”**

- 2) **Análise do Revestimento Externo das Juntas de isolamento elétrico monobloco:**  
A junta de isolamento elétrico monobloco quando instaladas em aplicações que demandem que a mesma seja enterrada, se faz necessária a aplicação de revestimento externo apropriado para garantir que a corrente não ultrapasse a junta pelo solo, sobretudo em terrenos úmidos. E se o fluido a ser transportado for condutivo (ex: água do mar), a superfície interna da junta de isolamento e da tubulação adjacente também necessitarão de revestimento.  
Normalmente, as juntas de isolamento elétrico monobloco, incluindo as juntas que não são desenvolvidas para projetos específicos são fabricadas já considerando revestimento externo em epóxi, aplicado na superfície previamente preparada por meio de jateamento, garantindo mínimo grau de limpeza a Sa 2 ½, em conformidade à ISO 8501-1.
- 3) **Forjamento e Rastreabilidade dos Tubos formadores:**  
Juntas de isolamento elétrico monobloco podem ser fabricadas utilizando diversos tipos de aço, cada um com um grau diferente, representando a resistência mecânica suportada. Normalmente, estas juntas possuem o mesmo tipo de aço que a tubulação onde será instalada, de maneira que tenham compatibilidade ao aço utilizado no momento da solda, facilitando sua instalação e acompanhando de maneira íntegra as trepidações da linha quando em serviço.  
Nos casos onde estas juntas são projetadas para atender a projetos específicos, o tipo de aço a ser utilizado deve ser especificado em folha de dados, comentado e aprovado em desenho técnico. O tipo de aço então escolhido é adquirido pelos fabricantes e chega a fábrica acompanhado de seu certificado de matéria prima.  
O certificado de matéria prima que comprova o tipo de aço utilizado na fabricação das juntas de isolamento elétrico monobloco segue junto a outros certificados para

composição documentação e rastreabilidade final, processo este denominado de Emissão de Data Book.

A rastreabilidade então, é garantida através da emissão de certificado de forja das peças, e de análise de matéria prima do aço requerido, ambos componentes do Data Book usualmente emitido pelos fabricantes para peças especialmente desenvolvidas para projetos, ou através de certificados de juntas de isolamento elétrico monobloco fabricadas em série, larga escala, também emitidos pelos fabricantes, onde consta a comprovação do número de série ou corrida destas peças. Desta forma, é garantida ao usuário a chance de avaliar, comentar, inspecionar e aprovar um dos itens que garantem a integridade das juntas de isolamento elétrico monobloco através de um elevado controle de qualidade.

#### 4) Falhas de Projeto:

Durante a fase de seleção de uma junta de isolamento elétrico monobloco é necessário avaliar todas as especificações de projeto, e este é um trabalho feito pelo usuário e pelo fabricante, em conjunto, de forma a garantir que a peça escolhida seja viável tecnicamente para atender toda a criticidade a qual demanda o projeto, garantir seu serviço de limitar a corrente de proteção catódica, assegurar a integridade da linha onde será instalada e não oferecer risco à segurança dos operadores. Existem vários tipos de fichas técnicas, especificações e requisições que tratam sobre junta de isolamento elétrico monobloco, e estas são mandatórias para a fabricação das peças. No entanto, as mais utilizadas são as folhas de dados (vide Apêndice A), onde encontramos as informações do duto onde a junta será instalada e todas as recomendações técnicas a respeito da junta de isolamento elétrico monobloco requerida. As folhas de dados geralmente são acompanhadas de um documento onde a quantidade de juntas é mencionada.

Quando estes documentos são conhecidos, e quando a especificação da junta de isolamento elétrico monobloco requerida está explícita, as chances de falhas de projeto são muito baixas, porque desde o início da seleção e desenho das peças já é conhecido e solicitado o tipo de componente interno da junta que deverá ser utilizado de forma a garantir o sucesso técnico da peça. Como todas as condições operacionais da linha onde a junta será instalada estarão evidenciadas na folha de dados, cabe ainda ao usuário informar o tipo de selo de estanqueidade, eliminando a possibilidade desta escolha ser realizada pelo próprio fabricante das peças, e solicitar certificação da peça para trabalho em área classificada, quando necessário. Desta forma, as chances de falhas de projetos serão diminuídas assegurando a integridade da junta de isolamento elétrico monobloco em serviço.

Quando as juntas

Ainda no projeto, é necessário definir os testes mínimos de aceitação requeridos para a fabricação das juntas de isolamento elétrico monobloco, também importantes, e que garantem a funcionalidade das peças e sua integridade. São eles:

- Teste Hidrostático de Pressão utilizando 1,5 vezes a pressão de projeto por 1 hora;
- Teste de Rigidez Dielétrica, em ar seco, com frequência de 50Hz durante 1 minuto, exigindo resultado maior ou igual a 3,5 KV;
- Teste de Isolamento Elétrico aplicando 1000 VCC, em ar seco, exigindo resultado maior ou igual a 100 MΩ;



**Figura 8 - Teste Hidrostático de Pressão**



**Figura 9 - Teste de Rigidez Dielétrica**



**Figura 10 - Teste de isolamento Elétrico**

O resultado de cada teste é comprovado em certificados emitidos pelos fabricantes de forma a atender a fabricação de juntas de isolamento elétrico monobloco especiais, no caso de composição de Data Book, ou juntas padrão, no caso de emissão de certificados para a corrida (série) em questão.

## Resultados e discussão

Testes realizados por fabricantes no selo do tipo O-ring comprovaram que os mesmos ou possuem desempenho inconsistente ou são fornecidos com composição química diferente da solicitada pelo fabricante de juntas de isolamento elétrico monobloco. Por isso, a utilização deste tipo de selo deve ser minimizada. Os testes realizados comprovam ainda que este tipo de selo sofre deformação contínua quando submetido à compressão, e ainda é acelerada em presença de temperaturas elevadas. Sabe-se ainda que uma vez que o anel de vedação deforme permanentemente e não mais pressione quanto a superfície a ser vedada (a folha de isolamento elétrico), sua flexibilidade e força de vedação são perdidas e sua funcionalidade prejudicada, podendo causar vazamento de fluido e não mais garantindo a vida útil da junta de isolamento a longo prazo.

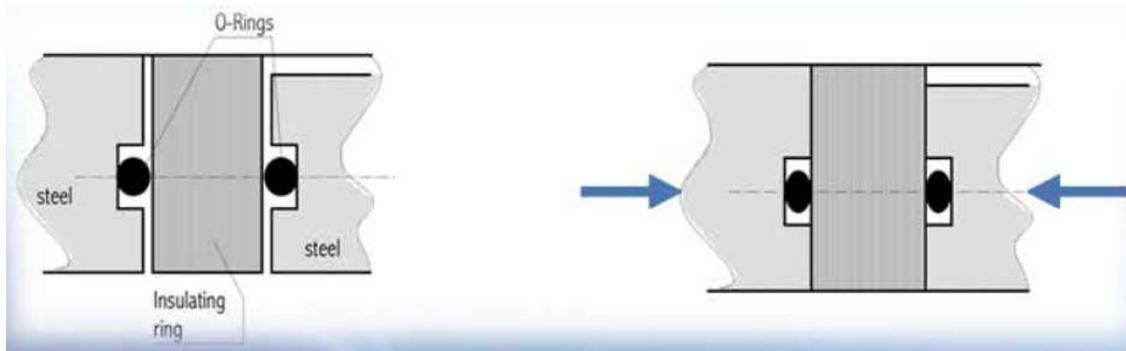


Figura 11 - Esquemático de deformação / compressão do Selo O-Ring

Quando a vedação do tipo O-Ring é submetida a serviço com gás, esta sofre um processo de saturação a uma certa pressão, e se a pressão de repente diminui, o gás que estava preso em nano cavidades é expulso rapidamente, expandindo bruscamente o O-Ring. E quando o mesmo sofre a explosiva descompressão pode gerar a formação de bolhas e ter sua forma deformada. Como a carga na superfície é menor que a pressão, o resultado por ser o vazamento de fluido.

A utilização de vedação do tipo O-Ring possui pontos fortes e fracos, que seguem.

**Tabela 1: Pontos Fortes e Fracos de se utilizar Sistema de Vedação do Tipo O-Ring**

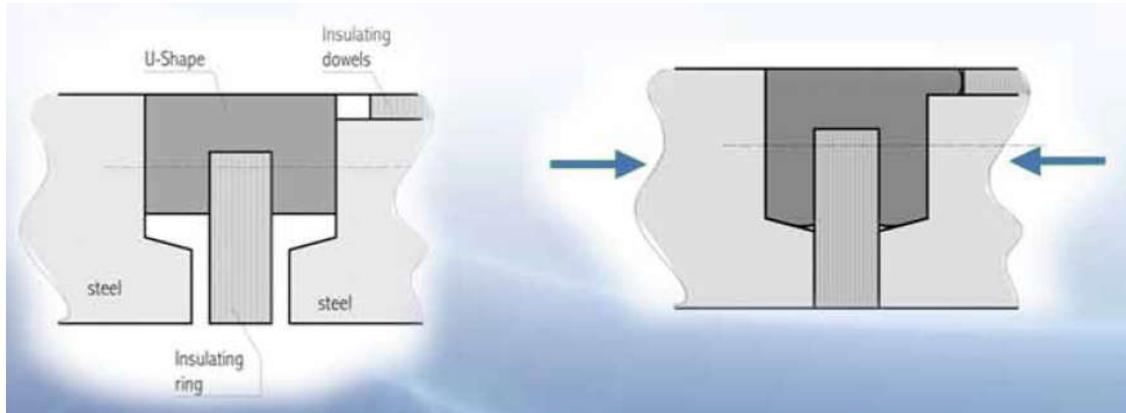
<b>Pontos Fortes</b>	<b>Pontos Fracos</b>
Facilmente encontrado	Deforma-se estruturalmente com facilidade
Possui baixo Custo	Exige precisão microscópica
Sistema de Vedação Simétrico	Apresenta Rígida Tolerância
Não necessita de equipamentos especiais	Não aceita mudanças bruscas de pressão
	Pode apresentar encurtamento
	Pode lacerar-se com facilidade
	Necessita de Extrusão para aplicação
	Absorvem água facilmente

Já os testes realizados por fabricantes no selo do tipo retangular ainda amplamente utilizado, comprovaram que o mesmo possui desempenho limitado e não é recomendado para pressões elevadas, já tendo inclusive apresentado falhas.

**Tabela 2: Pontos Fortes e Fracos de se utilizar Sistema de Vedação do Tipo Retangular**

<b>Pontos Fortes</b>	<b>Pontos Fracos</b>
Fácil montagem	Sistema de Vedação Não-Simétrico
Possui baixo Custo	Necessita de equipamentos e moldes específicos
Não absorve água. É impermeabilizado	Não aceita mudanças bruscas de pressão
Não apresenta descompressão explosiva	Pode apresentar encurtamento
Não necessita de extrusão	Vasto círculo de aplicação de pressão
Não possui acabamento superficial	

E os testes realizados por fabricantes no selo do tipo Formato em “U” comprovaram que os mesmos apresentam bom comportamento quando submetidos à descompressão explosiva. E para melhorar a resistência do composto elastômero formador do selo à esta descompressão, basta aumentar o nível de preenchimento do espaço vazio ( $\geq 90\%$ ). Juntas de isolamento elétrico monobloco fabricadas com este tipo de selo apresentam um sistema final de espaço completamente confinado, sem deformação, como mostra a Figura 12, o que torna este sistema bastante confiável e isento de falhas que possam ocasionar vazamentos, por exemplo.



**Figura 12 - Sistema de Vedação do tipo Formato em "U" antes e depois da montagem**

Os testes realizados nos selos de vedação do tipo O-Ring e Formato em "U" fabricado com composto padrão FKM basearam-se na Norsok M710:2001, segundo condições expressas na Tabela 3 abaixo.

**Tabela 3 - Condições do teste realizado, fluido, pressão e ciclos nos selos do tipo O-Ring e Formato em "U"**

Mistura de Gás do Teste	10% CO <sub>2</sub> em CH <sub>4</sub>
Temperatura do Teste	100°C
Pressão de Teste	150 bar
Período de exposição Inicial a 150 bar	72 h
Taxa de Descompressão (bar/min)	20 - 40
Aguardando na pressão atmosférica (cada ciclo)	1 h aproximadamente
Aguardando a 150 bar (cada ciclo)	≥ 23 h (+/- 1h)
Ciclos de Descompressão	10

## Conclusões

Diante do exposto, é possível evidenciar a necessidade de instalação de juntas de isolamento elétrico nos sistemas de proteção catódica de forma a assegurar a integridade dos dutos, garantir o bom funcionamento do sistema de proteção catódica e preservar a segurança operacional.

Tecnicamente, fica definido que as juntas de isolamento elétrico mais confiáveis são as do tipo monobloco. Então, deve-se esquecer o uso de conjuntos de isolamento elétrico em novos projetos de dutos pois podem ocasionar falhas no isolamento ou vazamentos.

As juntas de isolamento elétrico monobloco a serem escolhidas devem apresentar elevado grau de controle de qualidade e padrões de rastreabilidade, contendo componentes internos confiáveis e que trarão segurança aos operadores e consequente integridade aos dutos.

Dada a importância das juntas de isolamento elétrico em projetos de dutos, estas devem ser alvo de rigorosos processos de qualificação, assim como outros componentes como tubos, válvulas, bombas e etc.

As juntas de isolamento elétrico monobloco devem ser devidamente testadas. Além disso, deve possuir certificação para trabalho em área classificada, que é o que necessita grande parte do mercado.

O uso de juntas de isolamento elétrico monobloco com selo de estanqueidade do tipo O-Ring deve ser evitado para as diversas especificações, uma vez que é suscetível a falhas e pode causar vazamentos.

O uso de juntas de isolamento elétrico monobloco com selo de vedação do tipo Retangular deve ser limitado e não é recomendado para serviços em pressão muito elevada.

O uso de juntas de isolamento elétrico monobloco com selo de estanqueidade do tipo Formato em “U” são as mais eficientes já desenvolvidas até o momento pois não apresentam limitação de serviço, representam um excelente custo benefício a longo prazo e são menos suscetíveis a falhas.

### **Referências bibliográficas**

---

- (1) NUNES, L. P.; DUTRA, A. C. **Proteção Catódica – Técnica de Combate à Corrosão**, 5. ed. Rio de Janeiro: Interciência: ABRACO: IBP, 2011.
- (2) NUNES, L. P. **Fundamentos de Resistência à Corrosão**, Rio de Janeiro: Interciência: ABRACO: IBP, 2007.
- (3) DOERING, K., RETTEW, R. E., MISHAEL, S., BUTERBAUGH, C. Monolithic Isolation Joints: A Possible Weak Link in Pipeline Integrity. **NACE**, Texas, 3989, March. 2014.
- (4) GOMES, L. P. **Sistemas de Proteção Catódica**. Rio de Janeiro: IEC-Instalações e Engenharia de Corrosão Ltda, 1995.
- (5) NORSOK M-710 (latest revision). **Qualification of Non-Metallic Sealing Materials and Manufacturers**. Oslo, Norway: Norsk Teknologisenter, 2001.
- (6) NACE SP0286-2007. **Electrical Isolation of Cathodically**.
- (7) NACE RP0186-86. **Application of Cathodic Protection for External Surfaces of Steel Well Casings**.
- (8) NACE RP0177-2014- **Mitigation of alternating current and lightning effect on metallic structures and corrosion control systems**  
**Electrical Isolation of Cathodically**
- (9) Dados de Teste realizado por Nuova Giungas Srl, Maio. 2008.

## Apêndice

### Apêndice A – Folha de Dados

Logo do Cliente	<b>FOLHA DE DADOS</b>				Nº <b>FD- Numeração interna</b>					
	CLIENTE:	Companhia de gás xyz, transportadora xyz						FOLHA	1 de 2	
	PROGRAMA:	Ex: Ampliação da malha de dutos, ou complexo, etc								
	ÁREA:	Ex: Gasoduto xyz, ou Oleoduto xyz, etc								
<b>ENGENHARIA</b>	TÍTULO:	<b>JUNTA DE ISOLAMENTO ELÉTRICO TIPO MONOBLOCO</b>								
<b>ÍNDICE DE REVISÕES</b>										
REV	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS									
0	EMISSÃO ORIGINAL									
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H	
DATA										
PROJETO	'X'									
EXECUÇÃO	'Y'									
VERIFICAÇÃO	'Z'									
APROVAÇÃO	'W'									
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DO 'CLIENTE X', SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.										
FORMULÁRIO SEGUNDO A NORMA PETROBRAS N-381-REV. L										

Logo do Cliente		FOLHA DE DADOS		FD- Numeração interna		REV.
		PROGRAMA Ex: Ampliação da malha de dutos, ou complexo, etc		FOLHA:		0
		TÍTULO:		2 de 2		
		<b>JUNTA DE ISOLAMENTO ELÉTRICO TIPO MONOBLOCO</b>				
01	GERAL  COND. OPERACIONAIS  DADOS DO DUTO  DADOS DA JUNTA	ITEM	1	2	3	
02		IDENTIFICAÇÃO	Identificação da peça			
03		QUANTIDADE				
04		FABRICANTE / MODELO				
05		FLUIDO	Gás, óleo, etc			
06		DENSIDADE				
07		TEOR DE CO <sub>2</sub> , % molar				
08		TEOR DE H <sub>2</sub> S, % molar				
09		TEOR DE ÁGUA, mg/m <sup>3</sup>				
10		PRESSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO, kgf/cm <sup>2</sup> man.				
11		PRESSÃO DE PROJETO, kgf/cm <sup>2</sup> man.				
12		TEMPERATURA DE PROJETO, °C				
13		DIÂMETRO NOMINAL, pol.				
14		ESPESSURA DE PAREDE, pol.				
15		MATERIAL	API 5L X70, X65, X 52 e etc			
16		SOBRESPESSURA PARA CORROSÃO, mm				
17		NORMA DE PROJETO				
18		FATOR DE PROJETO				
19		NORMA DE PROJETO				
20		PRESSÃO DE PROJETO, kgf/cm <sup>2</sup> man.				
21		CLASSE DE PRESSÃO ANSI				
22		TEMPERATURA DE PROJETO, °C				
23		PRESSÃO DE TESTE, kgf/cm <sup>2</sup> man.				
24		MATERIAL DO CORPO				
25		DIÂMETRO EXTERNO (EXTREM. DO CORPO), pol.				
26		ESPESSURA DE PAREDE (EXTREM. DO CORPO), pol.				
27		NOTAS APLICÁVEIS	1 a 9			
28	<p>NOTAS:</p> <p>1 - OS DADOS DA JUNTA DEVEM SER PREENCHIDOS PELO FORNECEDOR;</p> <p>2 - AS EXTREMIDADES DO CORPO DEVEM SER BISELADAS DE ACORDO COM O API 5L;</p> <p>3 - A TENSÃO MÍNIMA DE ESCOAMENTO DO MATERIAL DO CORPO DEVE SER MAIOR OU IGUAL QUE 80% DA TENSÃO MÍNIMA DE ESCOAMENTO DO MATERIAL DO DUTO. NESTE CASO A ESPESSURA DEVE SER AJUSTADA AO VALOR DA TENSÃO MÍNIMA DE ESCOAMENTO;</p> <p>4 - AS SOLDAS DEVEM SER 100% INSPECIONADAS POR RADIOGRAFIA OU ULTRASSOM;</p> <p>5 - O REVESTIMENTO INTERNO (QUANDO NECESSÁRIO) / EXTERNO É A BASE DE PINTURA EPOXI;</p> <p>6 - DEVEM SER REALIZADOS OS SEGUINTE TESTES DE ACEITAÇÃO, COM EMISSÃO DOS RESPECTIVOS CERTIFICADOS:</p> <p>a. TESTE HIDROSTÁTICO DE PRESSÃO, REALIZADO COM UMA PRESSÃO MAIOR OU IGUAL A 1,5 VEZES A DE PROJETO, POR 1 HORA, SEM VAZAMENTOS;</p> <p>b. RESISTÊNCIA DIELÉTRICA NO AR SECO, QUE DEVE SER MAIOR OU IGUAL A 3,5 KV, UTILIZANDO FREQUÊNCIA DE 50 Hz, POR 1 MIN.;</p> <p>c. RESISTÊNCIA ELÉTRICA, NO AR SECO, QUE DEVE SER MAIOR OU IGUAL A 100 mΩ, VERIFICADO COM 1.000 VCC;</p> <p>7 - A JUNTA DEVE POSSUIR CERTIFICAÇÃO PARA TRABALHO EM ÁREA CLASSIFICADA (ATMOSFERA EXPLOSIVA), TIPO EEX II 2GD ZONA 1 E 21 dt6;</p> <p>8 - O COMPONENTE DE VEDAÇÃO DEVE SER FORMADO DE UMA ÚNICA PEÇA DE SECÇÃO RETANGULAR. NÃO ESTÁ PERMITIDO O USO DE SELOS DE VEDAÇÃO/ESTANQUEIDADE DO TIPO O-RINGS. O ELASTÔMERO DO SELO DE VEDAÇÃO DEVE ESTAR CONFORME NORSOK M-710 OU ISO 23936;</p> <p>9 - A JUNTA DEVE POSSUIR UMA PLACA DE IDENTIFICAÇÃO, CONTENDO NO MÍNIMO O SEGUINTE:</p> <p>a. NÚMERO DE SÉRIE;</p> <p>b. NOME DO FABRICANTE;</p> <p>c. DIÂMETRO NOMINAL;</p> <p>d. PRESSÃO DE PROJETO MÁXIMA;</p> <p>e. PRESSÃO DE TESTE;</p> <p>f. TEMPERATURA DE PROJETO.</p> <p>ITENS OPCIONAIS:</p> <p>1 - TERMINAIS OLHAIS SOLDADOS PARA CONEXÕES ELÉTRICAS, CONFORME FIGURA 2 DA NORMA NACE SP-0286;</p> <p>2 - TESTE COM HOLIDAY DETECTOR NO REVESTIMENTO, COM TENSÃO DE 1,5 KV.</p>					