

RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

REVESTIMENTOS

RECOMENDAÇÕES PARA PROTEÇÃO ANTICORROSIVA COM USO DE REVESTIMENTOS PARA DUTOS TERRESTRES OU SUBMERSOS, ADUTORAS E TUBULAÇÕES ENTERRADAS

ABRACO-RT-RAC-002

V. 10092026

Total de páginas: 13

NOTA 1

A Associação Brasileira de Corrosão alerta os usuários: o uso de suas recomendações práticas requer conhecimento e experiência.

O uso inadequado das mesmas e consequentes resultados impróprios não se constituem responsabilidade da Associação.

A partir de abril de 2026 estes documentos são denominados de Recomendações Técnicas.

NOTA 2

É recomendável que todos os trabalhos relacionados aos sistemas de proteção anticorrosiva sejam executados, no que couber, por profissionais certificados conforme procedimentos da Associação Brasileira de Corrosão, relativos à Pintura Anticorrosiva, Proteção Catódica e Galvanização por Imersão à Quente.

COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EXECUTOR

O Grupo de Trabalho responsável pela elaboração da presente Recomendação Técnica foi constituído pelas seguintes pessoas:

Laerce de Paula Nunes – Coordenador

Luiz Paulo Gomes – Membro

Carlos Alexandre Martins da Silva – Membro

Erik Barbosa Nunes – Membro

João Paulo Klausling Gervásio – Membro

João Marcelo Silva de Oliveira – Membro

André Luis Lemuchi – Membro

SUMÁRIO

1.0	OBJETIVO	4
2.0	APLICAÇÃO	4
3.0	DOCUMENTOS NORMATIVOS DE REFERÊNCIA	4
4.0	CARACTERIZAÇÃO DA CORROSIVIDADE DO MEIO	4
5.0	REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS PARA DUTOS E ADUTORAS - TIPOS - CARACTERÍSTICAS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	6
6.0	JUNTAS DE CAMPO E MANTAS DE SACRIFÍCIO	9
7.0	CUIDADO NO ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DOS TUBOS	9
8.0	SISTEMA DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA - INTERAÇÃO REVESTIMENTO/PROTEÇÃO CATÓDICA	10
9.0	CONCLUSÕES	12
10.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1.0 OBJETIVO

Esta Recomendação Técnica tem por objetivo apresentar as orientações básicas para seleção aplicação e cuidados no uso de revestimentos externo para dutos, adutoras e tubulações de aço carbono ou aços baixa liga de alta resistência mecânica (para outros materiais ver item 8.1).

2.0 APLICAÇÃO

Esta RECOMENDAÇÃO TÉCNICA se aplica a qualquer tipo de duto enterrado ou submerso para transporte de fluidos, tais como oleodutos, gasodutos, minerodutos, adutoras, dentre outros.

Aplica-se também para tubulações enterradas em áreas industriais ou de armazenamento de fluidos.

3.0 DOCUMENTOS NORMATIVOS DE REFERÊNCIA

3.1 NORMAS DA ABNT

- ABNT NBR ISO 9223 – Corrosão de metais e ligas metálicas – Corrosividade de atmosferas – Classificação, determinação e estimativa.
- Norma ABNT NBR 15221-1/2/3

3.2 NORMAS INTERNACIONAIS

- ISO 21 809 – Petroleum and natural gas industries – External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems

3.3 RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS – ABRACO

- ABRACO-RT-COR-001 – Avaliação do Nível de Corrosividade Previsto para Estruturas Aéreas, Enterradas, em Contato com a Água e com Fluidos Altamente Corrosivos.

4.0 CARACTERIZAÇÃO DA CORROSIVIDADE DO MEIO

Corrosividade dos solos ou das águas que constituem o meio externo onde o duto, adutora ou tubulação é instalado é determinada pela metodologia da Recomendação técnica ABRACO – RT – COR – 001, neste documento tem-se:

Para solos

- CS1 – Corrosividade pelo solo em nível 1 – condições de pouquíssima corrosividade (risco de corrosão externa muito baixo) tanto em relação aos fatores inerentes ao solo, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CS2 – Corrosividade pelo solo em nível 2 – condições de pouca corrosividade (risco de corrosão externa baixo) tanto em relação aos fatores inerentes ao solo, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;

- CS3 – Corrosividade pelo solo em nível 3 – condições de médias de corrosividade (risco médio de corrosão externa) tanto em relação aos fatores inerentes ao solo, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CS4 – Corrosividade pelo solo em nível 4 – condições de alta corrosividade (risco de corrosão externa alto) tanto em relação aos fatores inerentes ao solo, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CS5 – Corrosividade pelo solo em nível 5 – condições de altíssima corrosividade (risco altíssimo de corrosão externa) tanto em relação aos fatores inerentes ao solo, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CS6 – Corrosividade pelo solo em nível 6 – condições de extrema corrosividade (risco de corrosão externa extremamente alto) tanto em relação aos fatores inerentes ao solo, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão.

Para águas

- CA1 – Corrosividade pela água em nível 1 – condições de pouquíssima corrosividade (risco de corrosão externa muito baixo) tanto em relação aos fatores inerentes à água, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CA2 – Corrosividade pela água em nível 2 – condições de pouca corrosividade (risco de corrosão externa baixo) tanto em relação aos fatores inerentes à água, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CA3 – Corrosividade pela água em nível 3 – condições de médias de corrosividade (risco médio de corrosão externa) tanto em relação aos fatores inerentes à água, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CA4 – Corrosividade pela água em nível 4 – condições de alta corrosividade (risco de corrosão externa alto) tanto em relação aos fatores inerentes à água, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CA5 – Corrosividade pela água em nível 5 – condições de altíssima corrosividade (risco altíssimo de corrosão externa) tanto em relação aos fatores inerentes à água, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão;
- CA6 – Corrosividade pela água em nível 6 – condições de extrema corrosividade (risco de corrosão externa extremamente alto) tanto em relação aos fatores inerentes à água, quanto aos fatores que aumentam o risco de corrosão.

5.0 REVESTIMENTOS ANTICORROSIVOS PARA DUTOS E ADUTORAS – TIPOS – CARACTERÍSTICAS E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

5.1 TIPOS DE REVESTIMENTOS E LOCAL DE APLICAÇÃO

A norma ISO 21 809-3 classifica os revestimentos em 26 tipos genéricos, nesta Recomendação Técnica eles serão classificados em quatro grandes grupos, os mais comumente usados no Brasil estão apresentados na tabela 01.

Tabela 01 - Grupo de Revestimentos

<i>Grupo de revestimento</i>	<i>Denominação genérica</i>	<i>Norma(s)</i>	<i>Local de aplicação</i>
Revestimentos de Tubos de Alto Desempenho	Polietileno em Tripla Camada	NBR 15221-1 ISO 21 809 -3	Revestimento em Fábrica
	Polipropileno em Tripla Camada	NBR 15221-2 ISO 21 809 -3	
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB), com Proteção Mecânica	ISO 21 809 -3	Revestimento em Canteiro ou no Campo
	FBE em Dupla Camada	NBR 15221-3 ISO 21 809 -3	Revestimento em Fábrica
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras	ISO 21 809 -3	Revestimento em Canteiro ou no Campo
Revestimentos de Juntas de Campo de Alto Desempenho	Mantas Termocontráteis	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras de Alta Espessura e Alta Resistência a Abrasão	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
Revestimentos de Tubos e Juntas de Campo de Médio Desempenho	FBE em Camada Simples (nos tubos) e as mesmas Juntas de Alto Desempenho	ISO 21 809 -3 NBR 15221-1	Revestimento do tubos em Fábrica e das Juntas no Campo
Revestimentos de Médio Desempenho para Tubos e Juntas de Campo	Fitas de Petrolato	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Fitas com Ceras	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Viscoelásticos de Diversos Polímeros (excluindo PIB), com Proteção Mecânica	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
Revestimentos de Desempenho Inferior	Fitas Poliméricas Aplicadas a Frio	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Tintas Convencionais (Ver nota)	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
Revestimentos para Acessórios e Reparos	Fitas Termocontráteis	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras de Alta Espessura e Alta Resistência a abrasão	ISO 21 809 -3	Revestimento no Campo
	Mantas Termocontráteis		

CARACTERÍSTICAS E SELEÇÃO

As principais características que estes revestimentos devem atender são:

- Excelente e permanente aderência ao tubo;
- Boa e permanente resistência elétrica (resistividade elétrica elevada);
- Elevada impermeabilidade;
- Baixa taxa de absorção de água;
- Fácil aplicação;
- Alta resistência e inércia química (frente a agentes corrosivos)
- Boa resistência mecânica, inclusive aos esforços no lançamento, devido à dilatação e contração e ainda movimentação do solo;
- Boa estabilidade sob efeito de variação de temperatura

Os critérios básicos de seleção que devem ser considerados são os seguintes:

- Risco de Corrosão (Nível de corrosividade);
- Extensão – para tubos revestidos em fábrica pequenos trechos tornam-se em geral antieconômico;
- Tipo de Produto e Confiabilidade;
- Temperatura na face externa do tubo e/ ou necessidade de isolamento térmico;

Na tabela 02 são apresentados os usos mais comum em função do nível de corrosividade.

Tabela 02 - Usos dos Revestimentos

<i>Grupo de revestimento</i>	<i>Denominação genérica</i>	<i>Uso</i>	<i>Obs.</i>
Revestimentos de Tubos de Alto Desempenho	Polietileno em Tripla Camada	CS4 superior a CS6 – até 60 °C CA4 superior a CA6 – até 60 °C	Nos níveis de menor corrosividade é conveniente analisar economicamente, principalmente considerando a maior durabilidade e maior segurança. Para fluidos aquecidos ou em baixas temperaturas usar espuma expandida de poliuretana, sobre uma primeira camada de epoxi em pó e uma camisa externa de polietileno para qualquer nível de corrosividade.
	Polipropileno em Tripla Camada	CS4 superior a CS6 - acima de 60 °C CA4 superior a CA6 - acima de 60 °C	
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)	CS4 superior a CS6 – até 90 °C CA4 superior a CA6 – até 90 °C	
	FBE em Dupla Camada	CS4 superior a CS6 – até 90 °C CA4 superior a CA6 – até 90 °C	
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras	CS4 superior a CS6 – até 100 °C CA4 superior a CA6 – até 100 °C	

Revestimentos de Juntas de Campo de Alto Desempenho	Mantas Termocontráteis	CS4 superior a CS6 – até 90 °C CA4 superior a CA6 – até 90 °C	Nos níveis de menor corrosividade é conveniente analisar economicamente, principalmente considerando a maior durabilidade e maior segurança.
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)	CS4 superior a CS6 – até 90 °C CA4 superior a CA6 – até 90 °C	
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras de Alta Espessura e Alta Resistência a Abrasão	CS4 superior a CS6 – até 100 °C CA4 superior a CA6 – até 100 °C	
Revestimentos de Tubos e Juntas de Campo de Médio Desempenho	FBE em Camada Simples (nos tubos) e as mesmas Juntas de Alto Desempenho	CS4 – até 100 °C CA4 – até 100 °C	–
Revestimentos de Médio Desempenho para Tubos e Juntas de Campo	Fitas de Petrolato	CS3 – até 60 °C CA3 – até 60 °C	O uso em ambientes aquáticos requer análise técnica mais acurada
	Fitas com Ceras		
	Viscoelásticos de Diversos Polímeros (excluindo PIB)		
Revestimentos de Desempenho Inferior	Fitas Poliméricas Aplicadas a Frio	CS1/2 – até 60 °C	Não são recomendados para contato com a água
	Tintas Convencionais (Ver nota ao final da tabela)		
Revestimentos para Acessórios e Reparos	Fitas Termocontráteis	Todos os níveis de Corrosividade	–
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)		
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras de Alta Espessura e Alta Resistência a abrasão		
	Mantas Termocontráteis		

Nota: não é recomendável em nenhuma hipótese o uso de revestimentos metálicos e tintas ricas em zinco como revestimentos de dutos, adutoras ou tubulações no solo e na água pelas seguintes razões:

- Em geral possuem fraca resistência à abrasão, especialmente as tintas ricas em Zn;
- Não atuam por barreira, portanto, não têm eficiência como normalmente é exigido, de no mínimo 98%;
- Caso o revestimento seja de Zn, não possui quantidade de zinco suficiente para proteção galvânica adequada no solo e na água o que afeta a durabilidade;
- Se for metálico, de zinco ou qualquer outra liga terá que ser protegido com se fosse uma estrutura metálica sem revestimento, dificultando enormemente a aplicação de proteção catódica.

6.0 JUNTAS DE CAMPO E MANTAS DE SACRIFÍCIO

As juntas de campo devem ser executadas sempre com um revestimento de desempenho igual ou superior ao utilizado no corpo dos tubos.

Os principais materiais recomendados de acordo com o nível de corrosividade estão indicados na tabela 02 no item 5.0.

Em furos direcionais é mandatório o uso de mantas de sacrifício para proteção mecânica do revestimento durante arraste.

7.0 CUIDADO NO ARMAZENAMENTO E MANUSEIO DOS TUBOS

7.1 DURANTE A REALIZAÇÃO DE OBRAS NOVAS

Para que o revestimento possa ter o nível de qualidade desejável e possa garantir a eficiência projetada durante o período de vida previsto, alguns cuidados são necessários durante o armazenamento, transporte e lançamento dos tubos:

- Içar os tubos sempre pelas extremidades de modo a evitar pressão direta sobre o revestimento;
- Se o período de armazenamento for superior a dois meses os tubos devem receber uma proteção contra a ação dos raios ultravioleta do sol. Para período ainda mais longo, especialmente em atmosfera de média para alta agressividade, os tubos deverão ser tamponados e revestidos na região de ligação para proteção do bisel;
- Remover pedras e nivelar a vala de modo a não danificar o revestimento no assentamento;
- Utilizar somente a junta de campo compatível com o revestimento da mesma eficiência do existente no corpo do tubo;
- Utilizar mantas de sacrifício em furos direcionais.

7.2 REPAROS E ESTOCAGEM TUBOS PARA MANUTENÇÃO

Em reparos recomenda-se utilizar materiais de fácil aplicação em campo, os mais recomendáveis estão indicados na tabela 02.

Na estocagem de tubos para manutenção recomenda-se:

- Armazenar em local seco, com boa drenagem de águas e sem vegetação;
- Com espaçamento de ventilação entre os tubos e em pilhas de fácil manuseio de tubos;
- Tamponar os tubos e proteger a região de ligação e o bisel;
- Prover cobertura ventilada sobre os tubos.

8.0 SISTEMA DE PROTEÇÃO ANTICORROSIVA -INTERAÇÃO REVESTIMENTO/PROTEÇÃO CATÓDICA

8.1 MATERIAIS DOS TUBOS

Nesta Recomendação Técnica estão sendo considerados dutos, adutoras e tubulações de aço carbono ou aços baixa liga de alta resistência mecânica para outros materiais deve-se considerar:

- Aços patináveis não devem ser utilizados em dutos, adutoras e tubulações enterradas, caso seja uma instalação existente pode-se aplicar proteção catódica externa e tratar o fluido internamente se este for corrosivo;
- Aços inoxidáveis não se passivam adequadamente no solo e nem são resistentes à corrosão eletrolítica, porém pode ser revestido e aplicada proteção catódica;
- Aços galvanizados são pouco resistentes quando enterrados, podendo ser protegidos catodicamente;
- Tubos de cobre podem corroer em solos com compostos de amônia ou H_2S ;
- Tubos de alumínio não passivam adequadamente e podem corroer em meios básico, logo o uso de proteção catódica necessita um rigoroso controle do pH.

8.2 INTERAÇÃO REVESTIMENTO/ PROTEÇÃO CATÓDICA

A eficiência do revestimento influencia diretamente na corrente necessária para proteção catódica. Dessa forma, é conveniente não só especificar corretamente o revestimento, evitar danificá-lo nas fases de armazenamento, transporte e lançamento, visto que se torna mais difícil antever o decréscimo de eficiência nesses casos.

A tabela 03 indica de forma referencial as eficiências esperadas para as classes de revestimento. O uso da eficiência mais adequada no dimensionamento de proteção catódica para cada situação requer experiência profissional.

Tabela 03 - Eficiências Referenciais dos Revestimentos

Classe	Eficiência (%)	Obs.
Revestimentos de Tubos de Alto Desempenho	99,0 (Inicial) - 98 (Final)	Em um horizonte de 25 anos
Revestimentos de Juntas de Campo de Alto Desempenho	99,0 (Inicial) - 98 (Final)	
Revestimentos de Tubos e Juntas de Campo de Médio para Alto Desempenho	98,5 (Inicial) - 97 (Final)	
Revestimentos de Médio Desempenho para Tubos e Juntas de Campo	98,0 (Inicial) - 96,5 (Final)	Em um horizonte de 20 anos
Revestimentos de Desempenho Inferior	95,0 (Inicial) - 90 (Final)	Em um horizonte de 10 anos
Revestimentos para Acessórios e Reparos	99,0 (Inicial) - 98 (Final)	Em um horizonte de 25 anos

Recomenda-se juntas de campo de alta eficiência, não sendo conveniente em nenhuma hipótese utilizar junta de baixa eficiência associada a revestimentos de alta eficiência, pois criaria dificuldade na polarização da estrutura.

No que concerne à superproteção e ao descolamento catódico, ele está associado à densidade de corrente e ao tipo de revestimento e não necessariamente ao potencial tubo/solo, ou seja, é possível se ter potenciais bastante negativos quando se tem uma significativa queda ôhmica na leitura mesmo com pouca polarização.

Dessa maneira, para a análise da possibilidade de ocorrência de problemas de superproteção, deve-se sempre medir os potenciais tubo/solo de polarização, comumente denominados pela expressão em inglês potential “off”.

8.3 TÉCNICAS DE INSPEÇÃO PARA AVALIAR A PROTEÇÃO ANTICORROSIVA - REVESTIMENTO/PROTEÇÃO CATÓDICA

Após a cobertura da vala, decorrido um tempo médio de três meses, com o objetivo de detectar eventuais falhas ocasionadas durante as fases de armazenamento, transporte e lançamento é possível utilizar técnicas de inspeção apropriadas (ver nota), dentre elas podemos destacar:

- Mapeamento de Corrente (PCM): detecta somente falhas no revestimento o sistema de proteção catódica pode ainda não estar em operação .
- Gradiente de Potencial (DCVG): deve ser realizada com o sistema de proteção catódica em operação, detecta somente falhas de revestimento;
- Medição de Potencial Passo-a-Passo: deve ser realizada com o sistema de proteção catódica em operação, podendo detectar falhas e verificar as que estão polarizadas;
- DCVG e Passo-a-passo combinados: permite de forma muito rápida e econômica que o passo-a-passo simples a detecção de falhas e a verificação da polarização

Nota: em áreas urbanas e densamente povoadas, de modo geral há muita intervenção no solo provocando muitos danos aos revestimentos.

Em caso dúvidas sobre a eficiência do revestimento durante a vida útil, fato muito comum quando do uso de revestimentos de pouca resistência à abrasão ou em dutos muito antigos com revestimento envelhecido. Nestes casos, pode-se é efetuar um teste de injeção de corrente e avaliar na prática a real eficiência do revestimento.

Proteção anticorrosiva de dutos, adutoras e tubulações enterradas pode ser assegurada com o uso combinado de revestimento e proteção catódica garantido a integridade dos ativos e dando a eles grande durabilidade.

Os principais aspectos a se considerar no que concerne aos revestimentos estão resumidos na tabela 04.

Tabela 4 - Aspectos Conclusivos sobre os Revestimentos

<i>Grupo de revestimento</i>	<i>Denominação genérica</i>	<i>Custo/benefício</i>	<i>Local de execução</i>
Revestimentos de Tubos de Alto Desempenho	Polietileno em Tripla Camada	Alto	Fábrica
	Polipropileno em Tripla Camada		Fábrica
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)		Campo ou Canteiro
	FBE em Dupla Camada		Fábrica
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras		Campo ou Canteiro
Revestimentos de Juntas de Campo de Alto Desempenho	Mantas Termocontráteis	Alto	Campo
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)		
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras de Alta Espessura e Alta Resistência a Abrasão		
Revestimentos de Tubos e Juntas de Campo de Médio para Alto Desempenho	FBE em Camada Simples (nos tubos) e as mesmas Juntas de Alto Desempenho	Médio para Alto	Tubos em Fábrica Juntas em Campo
Revestimentos de Médio Desempenho para Tubos e Juntas de Campo	Fitas de Petrolato	Médio	Tubos: Campo ou Canteiro Junta: Campo
	Fitas com Ceras		
	Viscoelásticos de Diversos Polímeros (excluindo PIB)		
Revestimentos de Desempenho Inferior	Fitas Poliméricas Aplicadas a Frio	Baixo	Campo
	Tintas Convencionais (Ver nota ao final da tabela)		
Revestimentos para Acessórios e Reparos	Fitas Termocontráteis	Alto	Campo ou Canteiro
	Viscoelásticos à Base de Poliisobuteno (PIB)		
	Tintas para Revestimentos de Dutos/Adutoras de Alta Espessura e Alta Resistência a abrasão		
	Mantas Termocontráteis		

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nunes, Laerce P. – Fundamentos de Resistência à Corrosão – Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2ª edição 2025.
- Gentil, Vicente – Corrosão, 7ªed. LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora, 2022.
- Nunes, Laerce P. e Lobo, Alfredo O. – Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva Interciência, Rio de Janeiro, 5ª Edição.
- Fragata, Fernando L. – Pintura Anticorrosiva: Falhas e Alterações nos Revestimentos, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2016
- Nunes, Laerce P. – Materiais – Aplicações de Engenharia – Seleção e Integridade – Editora Interciência, Rio de Janeiro