

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).

**PROTEÇÃO CATÓDICA E REVESTIMENTOS - A IMPORTÂNCIA DA  
COMPLEMENTARIDADE Laerce de Paula Nunes <sup>a</sup>, Anderson Teixeira Kreischer <sup>b</sup>,  
Guilherme Vogel Satyro <sup>c</sup>, Leo Santana Gomes de Matos <sup>d</sup>**

**Abstract**

The corrosion protection techniques applicable to buried or submerged structures stand out from the use of coatings and cathodic protection, both extremely important.

The coatings may be provided thinner, a few micrometers, applied through inks even thicker, a few millimeters, for other materials applied in factory or in the field.

On the other hand galvanic cathodic protection or impressed current are techniques that ensures full protection against corrosion for ensuring the immunity of the metal material.

The two techniques, coating and cathodic protection, usually complement and assist so that it becomes easier and economically viable cathodically protect when there is an effective coating and on the other side a protected and immune structure to corrosion substantially increases the life of the coating.

We examined various aspects of the interaction coating - cathodic protection for various coating efficiencies and different degrees of polarization of the structure.

**Keywords:** coatings, cathodic protection, coating efficiencies.

**Resumo**

Das técnicas de proteção anticorrosiva aplicáveis para estruturas enterradas ou submersas destacam-se o uso de revestimentos e proteção catódica como de suma importância.

Quanto aos revestimentos têm-se desde os mais finos, de poucos micrometros, aplicados através de tintas até os mais espessos, de alguns milímetros, aplicados em fábrica ou no campo.

Por outro lado a proteção catódica galvânica ou por corrente impressa são técnicas que asseguram plena proteção anticorrosiva por garantir a imunidade do material metálico.

As duas técnicas, revestimento e proteção catódica, normalmente se complementam e se auxiliam de modo a que se torna mais fácil e economicamente viável proteger catodicamente quando se tem um revestimento eficiente e por outro lado uma estrutura protegida e imune à corrosão aumenta substancialmente a vida do revestimento.

Neste trabalho analisamos diversos aspectos da interação revestimento – proteção catódica para vários níveis de eficiência de revestimento e diversos graus de polarização da estrutura.

**Palavras-chave:** revestimento, proteção catódica, eficiência de revestimentos.

## **Introdução**

---

Na preservação de ativos contra a corrosão uma das questões sempre levantada, consiste em discutir se é necessário utilizar as técnicas de revestimento e proteção catódica de forma conjugada ou apenas uma delas.

Na verdade é possível, para as estruturas enterradas ou submersas, usar apenas uma destas técnicas, entretanto, são indiscutíveis as vantagens de se aplicá-las de forma conjunta.

Neste trabalho analisamos os diversos aspectos da interação revestimento – proteção catódica para vários níveis de eficiência de revestimento e diversos graus de polarização da estrutura.

## **Revestimentos**

---

Os revestimentos mais comumente utilizados em estruturas enterradas ou submersas são os revestimentos orgânicos, os metálicos e os inorgânicos têm aplicação mais frequente em estruturas aéreas.

Revestimentos inorgânicos como os vítreos e os cerâmicos são aplicados em situações específicas de imersão quando se tem meios muito agressivos.

As estruturas enterradas normalmente requerem revestimentos de maior espessura e boa resistência a abrasão devido aos riscos de danos mecânicos frequentes na fase de instalação.

No caso específico de tubulações enterradas, as características mais frequentes desejáveis para o revestimento, são:

- Boa e permanente aderência ao tubo;
- Baixa taxa de absorção de água;
- Boa e permanente resistência elétrica (resistividade elétrica);
- Boa resistência mecânica;
- Boa resistência à água, vapor e produtos químicos;
- Boa estabilidade sob o efeito de variação de temperatura;
- Resistência a acidez, alcalinidade, sais e bactérias do solo;
- Boa reflexibilidade de modo a permitir o manuseio dos tubos revestidos e as dilatações e contrações do duto;
- Durabilidade;
- Resistência ao descolamento catódico.

As estruturas submersas podem ser revestidas com revestimentos de menor espessura, tais como tintas, à exceção é claro dos dutos submersos que necessitam de revestimentos mais espessos e resistentes à abrasão.

Para qualquer que seja o revestimento ele deverá ser resistente ao descolamento catódico.

As causas básicas de falha de revestimento estarão sempre associadas ao desenvolvimento de processos corrosivos sob a película protetora, ocasionadas por deficiências no preparo de superfície ou na execução da película.

Um aspecto importante a se observar é que não existe revestimento sem falhas, a experiência mostra que revestimento perfeito com 100% de eficiência na cobertura é algo absolutamente utópico.

## **Proteção Catódica**

---

A proteção catódica é, como se sabe, um método de aumento da resistência à corrosão, que consiste em tornar a estrutura a proteger em catodo de uma célula eletroquímica ou eletrolítica, forçando um alto grau de polarização catódica, equalizando-se os potenciais e eliminando as pilhas de corrosão.

Existem também como exaustivamente conhecido, dois métodos para a aplicação de um sistema de proteção catódica: o método galvânico, ou por anodos de sacrifício, e o método por corrente impressa. Em qualquer dos dois existe um suprimento de corrente contínua em quantidade tal que, sendo injetada na estrutura, é suficiente para eliminar as pilhas de corrosão normalmente nela existentes.

O sistemas galvânicos são empregados na água mar e em solos, em geral até 3.000 Ohm.cm, já os sistemas por corrente impressa não possuem limitação quanto à resistividade do eletrólito. No que concerne ao tamanho da estrutura o uso de um ou de outro método é sempre resultado de uma avaliação técnica e econômica.

A grande vantagem da proteção galvânica em relação aos revestimentos, quando ela pode ser aplicada é o fato de que não há riscos de superproteção e desta forma não haverá empolamento e descolamento de revestimentos quando associado ao uso de proteção galvânica.

## **Complementariedade**

---

A falha de um revestimento por corrosão pode ser inteiramente paralisada com o uso de um adequado sistema de proteção catódica. A proteção catódica como se sabe torna imune o matéria metálico e a partir desta constatação pode-se deduzir que o revestimento terá uma vida infinita se a estrutura estiver sempre protegida.

Este fato se torna mais significativo, nos revestimentos orgânicos que protegem exclusivamente por barreira tornando-os efetivamente protegidos da penetração da corrosão embaixo da película, quando se tem proteção catódica com nível de proteção adequado.

Por outro lado sob o ponto de vista da aplicação de proteção catódica a corrente necessária à proteção fica extremamente reduzida à medida que se utiliza revestimentos mais eficientes. Apresentamos a seguir dois exemplos ilustrativos, sendo um para uma tubulação enterrada em um solo de resistividade elétrica média de 10.000 Ohm.cm e o outro para estruturas submersas em água salgada com resistividade elétrica média de 25 Ohm.cm.

### **Primeiro caso:**

**Duto com 500 mm de diâmetro e 10.000 m de comprimento – área a Proteger de aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup>**

Para este duto as correntes de proteção para diversas eficiências de revestimento podem ser vistas na tabela 01.

**Tabela 01 – Correntes de Proteção para Diversas Eficiências de Revestimento de um Duto Enterrado de Cerca de 20.000 m<sup>2</sup> de Área a Proteger**

<b>Estrutura/Eficiência de Revestimento (%)</b>	<b>Corrente de Proteção (A)</b>	<b>Observações</b>
Duto Terrestre/99.5	2,02	Eficiência inicial comum em revestimentos com tripla camada novos. Eficiência à meia vida
Duto Terrestre/99,0	4,05	comum em revestimentos com tripla camada e epóxi em pó novos. Eficiência ao final de vida
Duto Terrestre/98	8,10	comum em revestimentos com tripla camada e à meia vida para epóxi em pó.
Duto Terrestre/97	12,15	Eficiência ao final de vida comum para epóxi em pó.
Duto Terrestre/95	20,25	Eficiência inicial comum em revestimentos betuminosos novos
Duto Terrestre/90	40.50	Eficiência ao final de vida comum em revestimentos betuminosos e inicial para fitas plásticas.
Duto Terrestre/80	81,00	Eficiência à meia vida comum em revestimentos com fitas plásticas e eficiência inicial para tintas betuminosas.
Duto Terrestre/60	162,00	Eficiência final comum em revestimentos com fitas plásticas e eficiência final para tintas betuminosas.
Duto Terrestre sem Revestimento	405,00	-

**Segundo caso:****Estruturas Diversas – Área a Proteger de Aproximadamente 5.000 m<sup>2</sup> em Água do Mar**

Para estas estruturas as correntes de proteção para diversas eficiências de revestimento podem ser vistas na tabela 02.

**Tabela 02 – Correntes de Proteção para Diversas Eficiências de Revestimento de Algumas Estruturas em Água do Mar com Cerca de 5.000 m<sup>2</sup> de Área a Proteger**

<b>Estrutura/Eficiência de Revestimento (%)</b>	<b>Corrente de Proteção (A)</b>	<b>Observações</b>
Duto Submarino/99,0	2,70	Eficiência inicial comum em revestimentos com epóxi em pó e concreto.
Duto Submarino/97,0	8,30	Eficiência à meia vida comum em revestimentos em epóxi em pó e concreto.
Duto Submarino /96	11,0	Eficiência ao final de vida comum em revestimentos em epóxi em pó concreto.
Embarcações/98	6,90	Eficiência inicial comum para revestimentos epóxi ou epóxi fenólico.
Embarcações/80	69,20	Eficiência final comum para revestimentos epóxi ou epóxi fenólico.
Fundos de Tanque Internamente/98	5,54	Eficiência inicial comum para revestimentos epóxi ou epóxi fenólico.
Fundos de Tanque Internamente/95	13,80	Eficiência final comum para revestimentos epóxi ou epóxi fenólico.
Estacas Metálicas sem Revestimento	276,80	-

## **Análise dos Resultados e Observações**

---

Como se observou a utilização de proteção catódica prolonga enormemente a vida dos revestimentos aplicados em conjunto com este tipo de proteção anticorrosiva.

Quando se usa sistemas galvânicos não há nenhuma razão para se preocupar com superproteção, que poderia ocasionar o empolamento e descolamento do revestimento.

Os sistemas de proteção por corrente impressa desde que mantidos na faixa de segurança também não oferece riscos de superproteção.

Observando-se as Tabelas 01 e 02 pode-se verificar que os revestimentos de alta eficiência viabilizam a utilização de métodos de injeção de corrente de baixa potência tais como os sistemas galvânicos e as fontes alternativas de energia como painéis solares, geradores eólicas, etc..

Ainda nas referidas tabelas é possível observar que os revestimentos de baixa eficiência e as estruturas nuas demandam correntes elevadas, o que torna economicamente mais dispendioso, protegê-las catodicamente.

No que se refere a dutos terrestres, revestimento de baixa eficiência ou em tubulações nuas só se consegue polarizar a estrutura com a utilização de anodos contínuos.

Nas estruturas marítimas a corrente inicial de polarização é sempre muito alta, tornando-se mais fácil proteger quando os revestimentos são mais eficientes. Para facilitar a polarização inicial pode-se inclusive aplicar algum recurso de intensificação da corrente apenas para esta fase inicial de polarização.

Ainda nas estruturas marítimas onde se forma a camada calco-magnésica quando se usa revestimentos de alta eficiência, como as áreas a proteger são muito menores a formação desta camada será mais rápida e efetiva do que ocorreria em uma estrutura totalmente sem revestimento,

Nos revestimentos de alta eficiência, deve-se ter uma preocupação especial com a aderência, pois revestimentos altamente resistivos e sem aderência podem dificultar a passagem da corrente e proporcionar corrosão embaixo de revestimentos.

## **Conclusões**

---

Com base no exposto pode-se concluir:

- O uso do conjunto revestimento e proteção catódica é sempre mais interessante técnica e economicamente;
- A aplicação de proteção catódica aumenta enormemente a vida dos revestimentos;
- Os revestimentos tornam mais simples e fácil proteger catodicamente estruturas enterradas ou submersas, e quanto melhor a eficiência do revestimento, menor será a corrente necessária para proteção.
- A complementariedade entre os dois métodos de proteção anticorrosivas é de extrema importância na preservação de ativos enterrados ou submersos.

**Referências bibliográficas**

---

Nunes, Laerce P. – Fundamentos de Resistência à Corrosão – Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2007.

Dutra, Aldo C.; Nunes, Laerce, P. – Proteção Catódica- Técnica de Combate à Corrosão Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2012.

Nunes, Laerce P.; Lobo, Alfredo C. O. – Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2014.

Nunes L. P. e Kreischer A. T. “Dimensionamento de Sistemas de Proteção Catódica – Considerações Sobre o Fator Galvânico”, COTEQ, Porto de Galinhas/PE, 2011.

Baeckmann, W. V.; Schwenk, W.; Prinz, W. – Handbook of Cathodic Corrosion Protection – Gulf Publishing Company – Houston, Texas.

Gomes, Luiz Paulo - Proteção Catódica, IEC.

\* \* \*