

**Mitigação de reforço estrutural através de proteção catódica**  
**Structural strengthening mitigation through protection cathodic**  
**Fortalecimiento estructural mitigación mediante protección catódico**

Recebido: 03/10/2020 | Revisado: 05/10/2020 | Aceito: 09/10/2020 | Publicado: 11/10/2020

**Manuel Fernando Sousa Ferreira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8678-5280>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: [manuelfernando@id.uff.br](mailto:manuelfernando@id.uff.br)

**Orlando Celso Longo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0323-473X>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: [orlandolongo@gmail.com](mailto:orlandolongo@gmail.com)

**Resumo**

O concreto é o material de construção mais empregado na construção civil pela humanidade. No último século, com aceleração após a segunda guerra mundial, seu desenvolvimento proporcionou o crescimento de cidades, com incremento de estruturas arrojadas de plasticidade singular, que parecem desafiar lei da gravidade. De modo paradoxal, nem sempre recebeu a atenção necessária à sua durabilidade e conservação. Vários métodos se consolidaram para utilização em seu reparo e manutenção, criando uma vertente própria na engenharia para sua utilização, onde, entretanto todos se mostram caros e dispendiosos. Empregada a décadas na indústria naval, a proteção catódica ainda apresenta utilização restrita na construção, representando um enorme avanço na manutenção das estruturas de concreto ou argamassa armada. Apresenta a vantagem de poder ser inserida em qualquer momento da vida útil da estrutura, embora deva ser prevista desde a etapa inicial do projeto. A incorporação em estruturas existentes propicia o alongamento de sua vida útil, diminuição do custo de manutenção, recuperação ou reforço em casos mais extremos.

**Palavras-chave:** Proteção catódica; Argamassa armada; Estruturas abobadadas; Reforço de estruturas; Custo de manutenção.

## **Abstract**

Concrete is the construction material most used in civil construction by humanity. In the last century, with acceleration after the second world war. its development provided the growth of cities, with the increase of bold structures of simple plasticity, which seem to unravel the law of gravity. Paradoxically, it has not always received the necessary attention to its durability and conservation. Several methods have been consolidated for use in its repair and maintenance, creating a specific aspect in engineering for its use, where, however, all prove to be expensive and expensive. Used for decades in the shipbuilding industry, cathodic protection still has restricted use in construction, representing a huge advance in the maintenance of concrete or reinforced mortar structures. It has the advantage of being able to be inserted at any time during the life of the structure, although it must be foreseen from the initial stage of the project. The incorporation into existing structures provides the extension of its useful life, reduction of the cost of maintenance, recovery or reinforcement in more extreme cases.

**Keywords:** Cathodic protection; Reinforced mortar; Vaulted structures; Reinforcement of structures; Maintenance cost.

## **Resumen**

El hormigón es el material de construcción más utilizado por la humanidad en la construcción civil. En el último siglo, con aceleración después de la Segunda Guerra Mundial. su desarrollo proporcionó el crecimiento de las ciudades, con el aumento de estructuras audaces de plasticidad simple, que parecen desentrañar la ley de la gravedad. Paradójicamente, no siempre ha recibido la atención necesaria para su durabilidad y conservación. Se han consolidado varios métodos para su uso en su reparación y mantenimiento, creando un aspecto específico en ingeniería para su uso, donde, sin embargo, todos resultan costosos y costosos. Utilizada durante décadas en la industria de la construcción naval, la protección catódica todavía tiene un uso restringido en la construcción, lo que representa un gran avance en el mantenimiento de estructuras de hormigón o mortero reforzado. Tiene la ventaja de poder insertarse en cualquier momento durante la vida de la estructura, aunque debe estar previsto desde la etapa inicial del proyecto. La incorporación en estructuras existentes proporciona la extensión de su vida útil, reducción del costo de mantenimiento, recuperación o refuerzo en casos más extremos.

**Palabras clave:** Protección catódica; Mortero reforzado; Estructuras abovedadas; Refuerzo de estructuras; Costo de mantenimiento.

## 1. Introdução

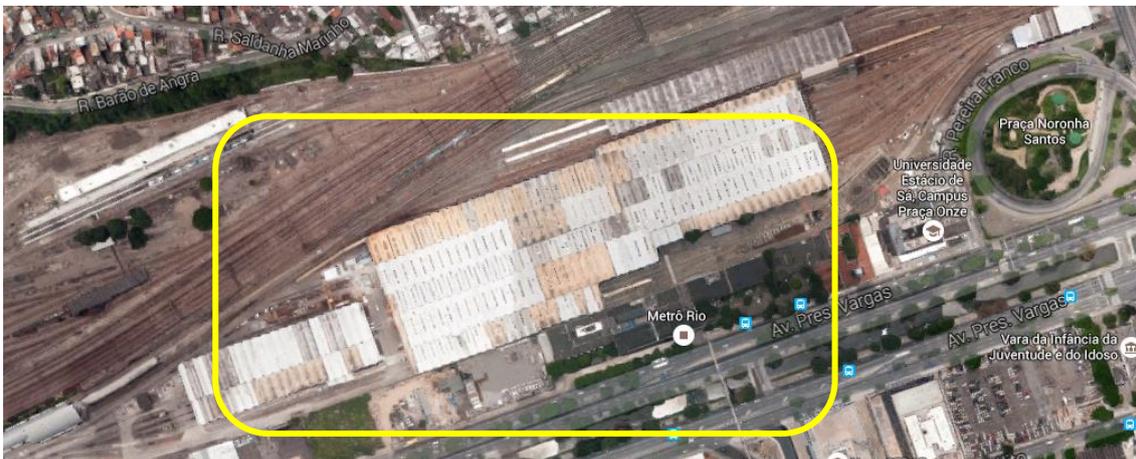
O artigo descreve uma análise empírica de uma estrutura abobadada, submetida a recuperação estrutural, em uma etapa de sua utilização. A análise reporta a importância da adoção de medidas protetivas ao longo da utilização, no âmbito de sua durabilidade e redução de custos de manutenção, já que em uma primeira avaliação pode parecer dispendiosa.

Executada em forma de cascas múltiplas, seu projeto original seguiu a cartilha construtiva do engenheiro uruguaio Eládio Dieste, sendo o projeto e execução realizados por seu escritório. Na busca da leveza em conformidade com grande área útil de vãos livres avantajados, a concepção se adequa em harmonia à necessidade de conforto térmico e de grande espaço necessário à manutenção das composições.

## 2. Descrição da Estrutura

Será utilizada para análise, um complexo de manutenção de vagões na cidade do Rio de Janeiro, com aproximadamente 300.000 m<sup>2</sup> de área útil, que utiliza o tipo de abóbada Gaussiana, dividida em área de estacionamento das composições, e duas oficinas.

**Figura 1** – Área do Complexo na região central da Cidade.



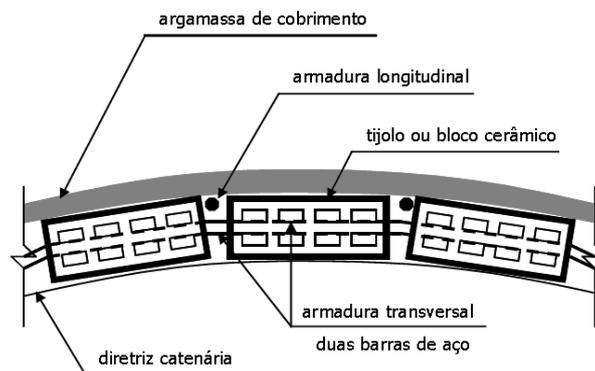
Fonte: Google Maps.

### 2.1 Estrutura da cobertura

Em uma descrição sumária do processo construtivo empregado, a estrutura da cobertura é composta por peças de cerâmica vazadas, recobertas com argamassa, e armaduras de tração

intercaladas nos interstícios entre as peças cerâmicas. As abóbodas são múltiplas e formam vigas-calha entre suas ligações. Uma armadura pré-tracionada associada a uma malha de aço é inserida sobre as peças cerâmicas para introduzir esforços de pré-compressão ao sistema e permitir a criação dos vãos, sem introdução de pilares intermediários.

**Figura 2** – Corte do conjunto com os blocos cerâmicos e colocação das armaduras.



Fonte: Autores.

**Figuras 3 e 4** – Área interna com iluminação zenital e externa das oficinas.



Fonte: Santos (2017).

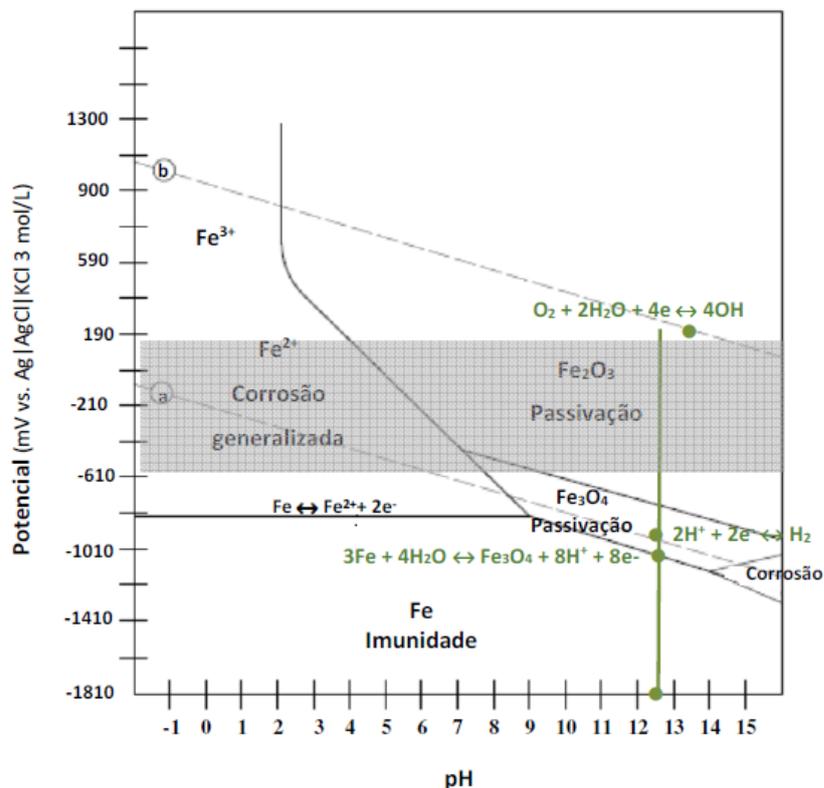
### 3. Avaliação sobre Argamassa Cimentícia e Armadura

O cimento Portland, emprega em sua fabricação matérias primas tais como, calcário, sílica, alumina e oxido de ferro, que reagem entre si quando aquecidas formando os principais componentes do produto final, os silicatos de tricalcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), o de dicalcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), ao aluminato tricalcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ), e o ferro aluminato tricalcico ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ), existindo ainda, em quantidades menores, outros componentes tais como o óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ), dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ), trióxido de manganês

(Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), óxido de potássio (K<sub>2</sub>O), óxido de sódio (Na<sub>2</sub>O) e sulfato de cálcio (CaSO<sub>4</sub>), mostrando-se um material extremamente complexo.

Durante a hidratação do cimento, tem-se a formação do hidróxido de cálcio, que possui pH elevado, em torno de 12,5. De acordo com o diagrama de Pourbaix para o ferro, o meio de alta alcalinidade do concreto é propício a estabilidade eletroquímica das armaduras de aço-carbono (estado passivo), como mostrado na figura abaixo.

**Figura 5** – Diagrama de Pourbaix para o sistema FeH<sub>2</sub>O, a 25 ° C, delimitando os domínios de corrosão, passivação e neutralidade ou imunidade.



Fonte: Pourbaix (1974).

No diagrama é identificada a região de possível formação de película protetora *de passivação*, localizada na região superior a direita. Também se visualiza a região de estabilidade do ferro metálico (Fe), estado em que não há atividade de oxidação/dissolução do ferro no meio ou reação de oxidação, sendo esta região localizada na parte inferior do diagrama demarcada como “*imunidade*”. A região localizada na parte superior esquerda do diagrama, e denominada como “*corrosão generalizada*” e a de estabilidade de íons de ferro (Fe<sup>2+</sup> e Fe<sup>3+</sup>), em que o ferro se encontra no estado ativo de corrosão (Gentil 2011).

O diagrama de Pourbaix apresentada uma faixa aproximada (cor cinza) com valores de potencial de circuito aberto (também chamado de potencial de corrosão ou potencial de eletrodo) assumido pelo aço-carbono em contato com o concreto ou argamassa.

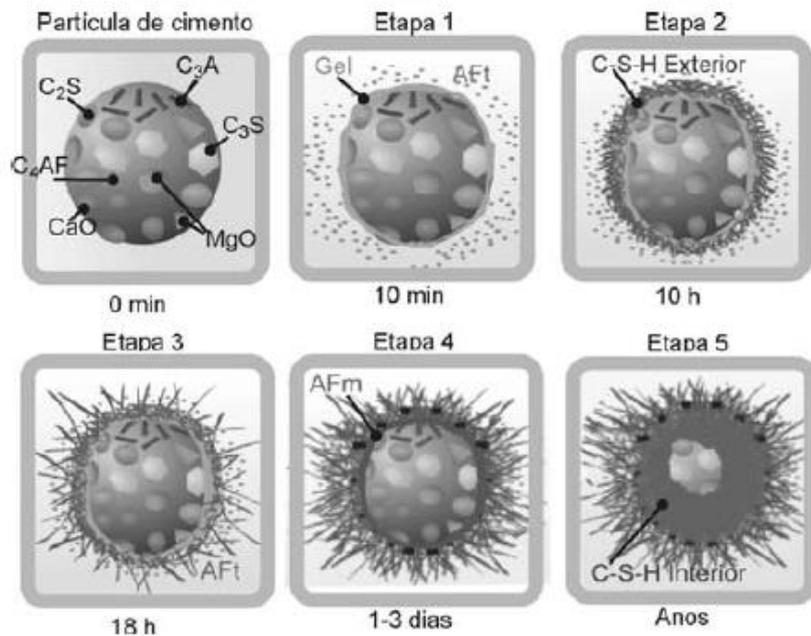
A condição de argamassa ou concreto integro (sem contaminações), se apresenta no pH de 12,5 e suas proximidades, que é representada pela linha de cor verde com intersecção com as linhas tracejadas *a* e *b*, que representam as condições de equilíbrio das reações.

Pelo diagrama, observa-se que a intersecção da linha verde com a linha *a* corresponde a reação  $2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2$ , enquanto que com a linha *b*, corresponde a reação  $O_2 + 2H_2O + 4e^- \leftrightarrow 4OH^-$ . Abaixo da linha *a*, tem-se a intersecção da linha verde com a linha de equilíbrio do ferro  $3Fe + 4H_2O \leftrightarrow Fe_3O_4 + 8H^+ + 8e^-$ .

### 3.1 Processo de corrosão

A mistura da matriz cimentícia com a água, forma a pasta de cimento, um material ligante que aglutina os agregados em uma massa sólida que endurece após a secagem, formando um material sólido, no entanto, poroso. A porosidade do concreto é decorrente da presença de diferentes tipos de vazios na pasta de cimento Portland hidratado, sendo os principais: espaços interlamelares no Silicato de cálcio hidratado (CSH) também conhecidos como poros de gel, vazios capilares ou vazios de ar incorporado na mistura fresca do concreto. A Figura 6, representa a hidratação de uma partícula de cimento observada em microscópio.

**Figura 6** – Etapas de hidratação de uma partícula de cimento.



Fonte: C. Costa et. Al. (2009).

Os vazios capilares representam todo espaço não ocupado pelos produtos hidratados formando uma rede de poros comunicantes de conexão com o meio exterior. Essa conexão possibilita a penetração de gases atmosféricos ( $O_2$ ,  $CO_2$  e  $N_2$ ) e da água na forma de vapor e líquida com ou sem contaminantes dissolvidos, como íons cloreto ( $Cl^-$ ) e íons sulfato ( $SO_4^{2-}$ ). A partir do acesso desses, pode ser estabelecido um processo de degradação, que compromete a durabilidade da estrutura de concreto ou argamassa.

Concretos ou argamassas resistentes e duráveis são aqueles cujas características adequadas ao uso e ao ambiente no qual estão situados. Dessa forma, quando se trata de durabilidade de estruturas de concreto, é fundamental que os parâmetros de dosagem e as premissas para composição levem em consideração os requisitos físicos e mecânicos que o produto final deve atingir para garantir sua integridade quando da exposição ao ambiente.

A corrosão é considerada um dos maiores problemas para a durabilidade das estruturas. Designa-se genericamente de corrosão em concretos, aos processos corrosivos que se observa nas barras de aço-carbono das estruturas de concreto, ou seja, corrosão da armadura. A deterioração da estrutura em razão da corrosão é comumente observada em estruturas expostas a atmosfera, bem como partes das mesmas que estão imersas no mar ou enterradas no solo.

**Figuras 7 e 8** – Exposição de armaduras no dorso da abóboda.



Fonte: Santos (2017)

## 4. Metodologia

### 4.1 Dimensionamento

O dimensionamento dá-se através do levantamento de dados em campo, ou no projeto a ser executado no caso de uma nova estrutura. Em uma estrutura já existente, a resistividade elétrica deve ser levantada através da medição de potenciais da estrutura através de medições em aparelhos apropriados, e em locais diversos, para que o levantamento seja realista.

**Figura 9** – Medição de resistividade e permeabilidade em estrutura existente.



Fonte: Catolgo Proseq Brasil.

## 4.2 Medição da Resistividade

Na apuração de dados devem ser escolhidos pontos de fácil acesso para inspeção para facilitar as leituras obtidas.

As características físicas obtidas por mensuração, permitem o cálculo da superfície efetivamente protegida, bem como o estudo da distribuição dos anodos de proteção e sua quantidade.

Esse levantamento permite uma análise tecno econômica para a viabilização técnica da proteção.

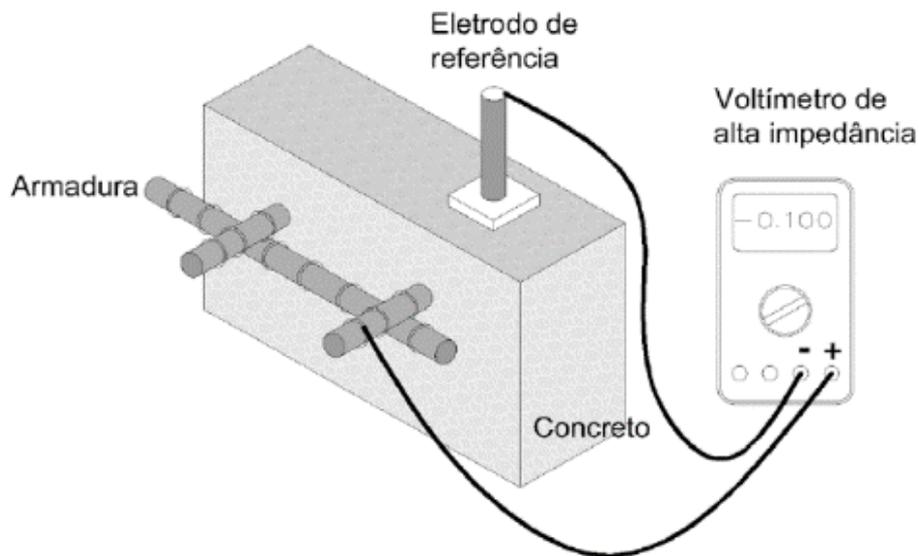
A realização da medição do potencial natural de estruturas em concreto armado, baseia-se na diferença de potencial entre a armadura e um eletrodo de referência. Normalmente, utiliza-se um eletrodo de cobre-sulfato. Esse eletrodo é posicionado na superfície do concreto, conectado ao polo negativo de um voltímetro de alta impedância, enquanto o polo positivo deste voltímetro é conectado à armadura como pode ser observado na figura a seguir.

Este processo de medição deve ser realizado com cautela, pois ele pode ser alterado por diversos fatores, tais como:

- a) teor de umidade do concreto;
- b) espessura de Cobrimento da Armadura;
- c) correntes erráticas (a presença de interferências elétricas externas, que pode ocasionar alterações nas medidas de potenciais), se existirem;
- d) carbonatação do Concreto (um processo físico-químico entre o gás carbônico presente na atmosfera e os compostos da pasta de cimento, agindo de fora para dentro do concreto armado, causando erros nas medições);
- e) quantidade de Sais no Concreto (a presença de sais dissolvidos nos poros do concreto facilita o fluxo de corrente, permitindo uma medição de maneira alterada).

Essas medições devem apresentar resultados confiáveis, pois poderão classificar o estado da corrosão do aço de determinado elemento estrutural (Meira, 2017).

**Figura 10** – Desenho esquemático da medida de potencial de corrosão.



Fonte: Meira (2017) apud ASTM C 876 (2009).

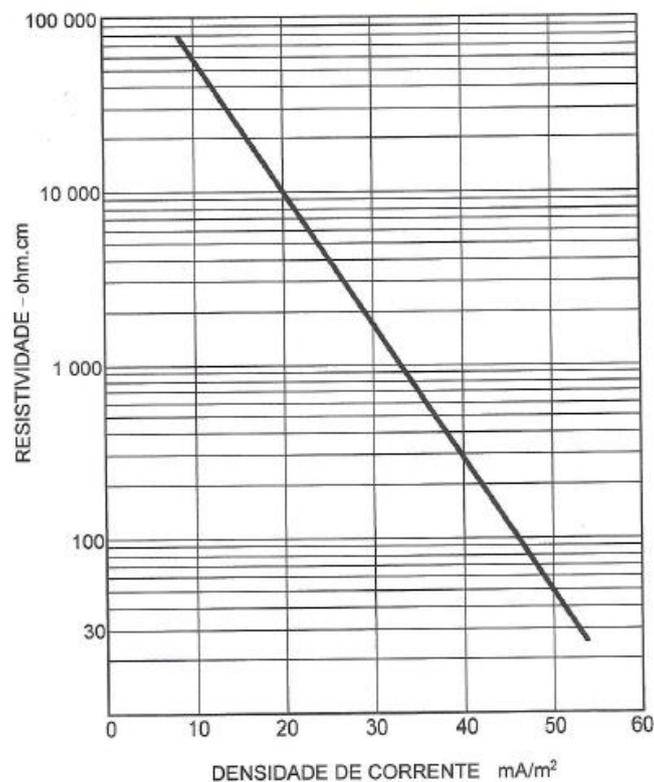
O princípio da técnica de proteção catódica no concreto armado consiste na redução do potencial (V) da interface aço/concreto para valores mais negativos do que seu potencial natural de corrosão ( $V_{\text{corr}}$ ). Isso é possível com a injeção de uma corrente contínua nas armaduras, a qual pode ser fornecida por uma fonte externa de alimentação (proteção por corrente impressa) ou pela ligação elétrica do aço a um metal mais ativo, ou seja, de potencial mais negativo (proteção por corrente galvânica). Em qualquer dos dois métodos, o suprimento de corrente contínua deve ser adequado para a polarização negativamente a interface aço/concreto, pois caso o processo para polarização seja feito de maneira incorreta o aço da estrutura a ser protegida será corroído mais rapidamente (Araujo; Panossian; Lourenço, 2013).

#### 4.3 Densidade da Corrente

Um dos parâmetros fundamentais para o dimensionamento da proteção catódica é a densidade de sua corrente de proteção. Esta densidade é medida por unidade de área a proteger ( $\text{mA/m}^2$  ou  $\text{mA/ft}^2$ ).

Fatores ambientais influenciam diretamente na determinação do valor encontrado na medição da densidade de corrente. A tabela logarítmica abaixo, tem sido empregada com alta margem de confiabilidade entre 30ohm.cm e 80.000 ohm.cm, fora dessa faixa os resultados encontrados não geram coerência. (Dutra, 2011).

**Figura 11** – Variação da densidade de corrente de proteção, em função da resistividade elétrica.



Fonte: Dutra (2011)

#### 4.4 Proteção Catódica

A técnica de proteção catódica aplicada ao concreto armado busca ajustar os potenciais da armadura para entrar em estado de proteção, há a necessidade de considerar as mudanças de potenciais ocasionadas pela cura do concreto. Dessa forma, a injeção de corrente elétrica para polarização e proteção do sistema muda ao longo do tempo, fazendo com que o possa determinar a quantidade de anodos necessários para determinada estrutura levando em consideração essa mudança.

A área superficial de concreto e a área de aço de determinada estrutura deve ser obtida na etapa de levantamento de dados. Possuindo estas informações, calcula-se a massa de anodos (também chamado de massa anódica) necessária para que o sistema de proteção catódica funcione adequadamente. Este cálculo é feito através da equação a seguir (DUTRA 2011):

$$M = \frac{8760 \times V \times I}{F \times C}$$

Onde:

M = massa de anodos requerida (Kg);

V = vida útil desejada em projeto (anos);

I = corrente elétrica requerida para proteção da armadura (A);

C = capacidade de injeção de corrente do material do anodo (A.h/kg);

F = fator de utilização do anodo (A).

O fator “F” traduz o percentual de massa do anodo que será consumido, geralmente adota-se o valor de 0,85, ou seja, 85% do anodo será consumido, liberando corrente capaz de manter a estrutura protegida. Quando os anodos apresentam forma alongada, o fator pode ser elevado para 0.90.

A próxima etapa consiste na determinação do número de anodos, para a corrente mínima estabelecida para proteção uniforme da área estabelecida. Uma regra pratica, é a proteção de 30 m<sup>2</sup> a 60 m<sup>2</sup> de estrutura. Este valor está relacionado ao modelo disponível no mercado.

O número total consiste pelo quociente ente a massa requerida (M) pela massa do anodo escolhido.

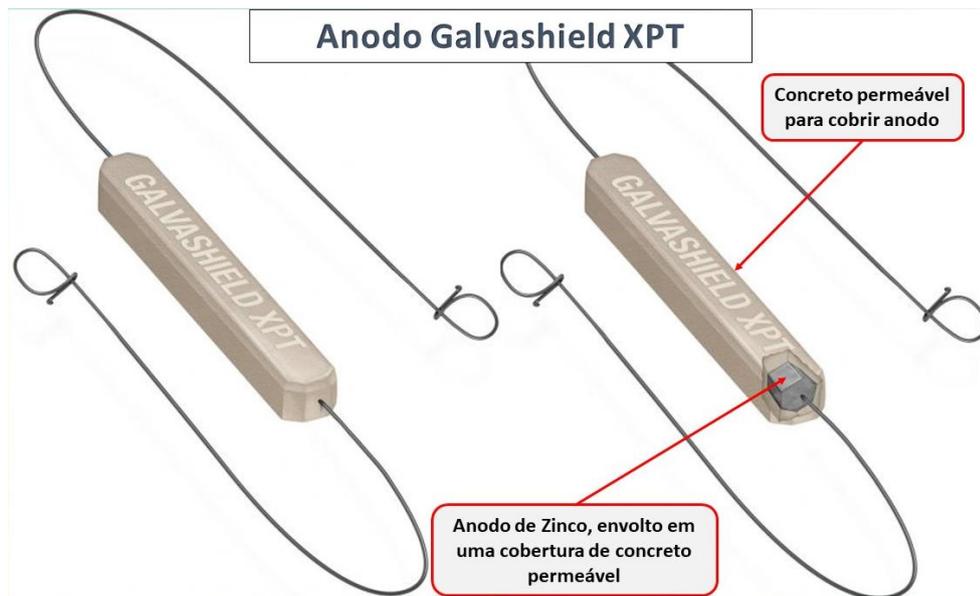
$$N = \frac{M}{m}$$

N = número de anodos;

M = massa de anodos requerida (Kg);

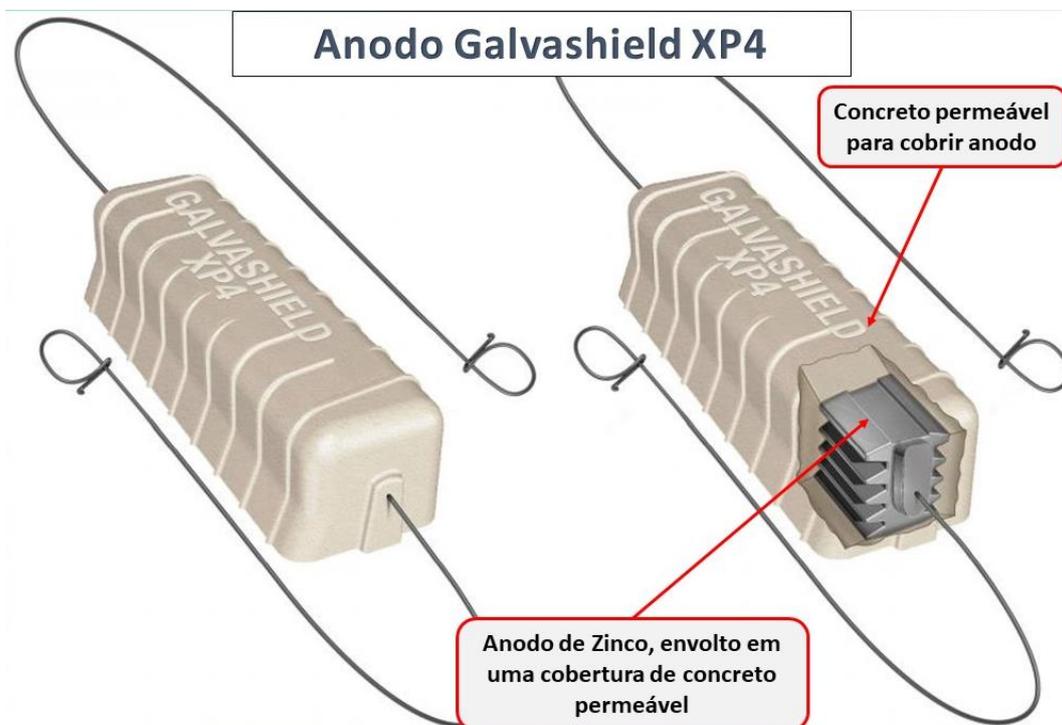
m = massa unitária do anodo escolhido (Kg);

**Figura 12** – Modelo de anodo de proteção catódica.



Fonte: Vector Corrosion (2019).

**Figura 13** – Modelo de anodo de proteção catódica tipo XP4.



Fonte: Vector Corrosion (2019).

#### 4.5 Instalação

O posicionamento de anodos, analisado e modificada caso a caso, de acordo com o dimensionamento realizado pelo tipo de estrutura estudado. É possível realizar ajustes nas instalações, desde que sejam pequenas modificações de realocações dos anodos no momento da instalação, para que a confiabilidade para fins de proteção do aço da estrutura não seja colocada em questionamento.

**Figura 14** – Instalação de anodos em laje.



Fonte: Vector Corrosion (2019).

#### 5. Análise de Viabilidade

Na análise da aplicação de uma proteção catódica para a estrutura abobadada descrita anteriormente, considerando a área real de um módulo com 175,0 x 49,0 m obtida através do projeto executivo, tem-se a área de cobertura com 8.575 m<sup>2</sup>.

Admitindo como previsão de vida útil de 10 anos em cada modulo, são necessários um total 172 anodos para sua proteção com área de abrangência de 50 m<sup>2</sup> em cada peça. Ao custo estimado de US\$ 20,00 cada unidade, tem-se o valor necessário para cada módulo a um custo total de US\$ 13.760,00, o representa um custo anual de US\$ 1.376,00 ou US\$ 0,16 \ m<sup>2</sup>.

A acareação entre os processos descritos, aponta um baixo custo de manutenção para a estrutura, independente do processo de recuperação que seja estipulado para sua conservação. A nível de equiparação o custo de um reforço estrutural é de US\$ 105,20 (MBrace da BASF) com compósitos.

Com a avaliação financeira entre os procedimentos descritos, é melhor visualizada se através dos gráficos de comparação entre os dois processos gerados pela *Tabela 1*, onde se compara o período dual do vicênio de vida útil da estrutura com os custos dos dois processos.

Para uma comparação mais realista e longa, os custos são analisados em dólares pelo câmbio oficial do Banco Central.

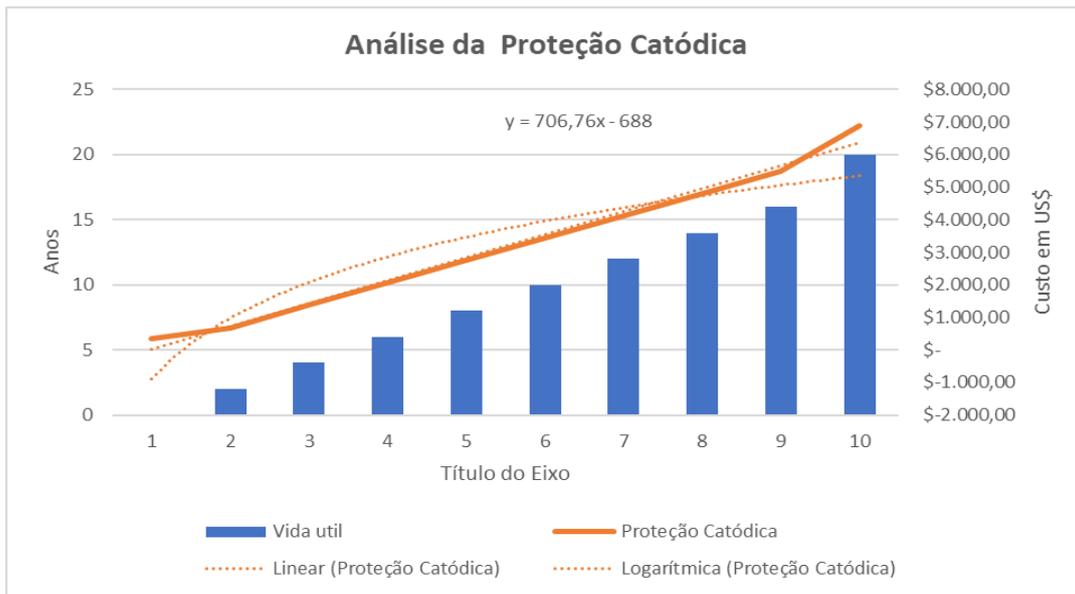
**Tabela 1** – Avaliação da vida útil da estrutura.

<b>Avaliação da vida útil da estrutura</b>		
Vida útil (anos)	Proteção Catódica (US\$)	Reforço com compósito (\$ x 1000)
0	\$ 344,00	\$ 63,03
2	\$ 688,00	\$ 126,05
4	\$ 1.376,00	\$ 252,11
6	\$ 2.064,00	\$ 378,16
8	\$ 2.752,00	\$ 504,21
10	\$ 3.440,00	\$ 630,27
12	\$ 4.128,00	\$ 756,32
14	\$ 4.816,00	\$ 882,37
16	\$ 5.504,00	\$ 1.008,42
20	\$ 6.880,00	\$ 1.260,53

Fonte: Autores.

Avaliação do custo da proteção catódica no decênio.

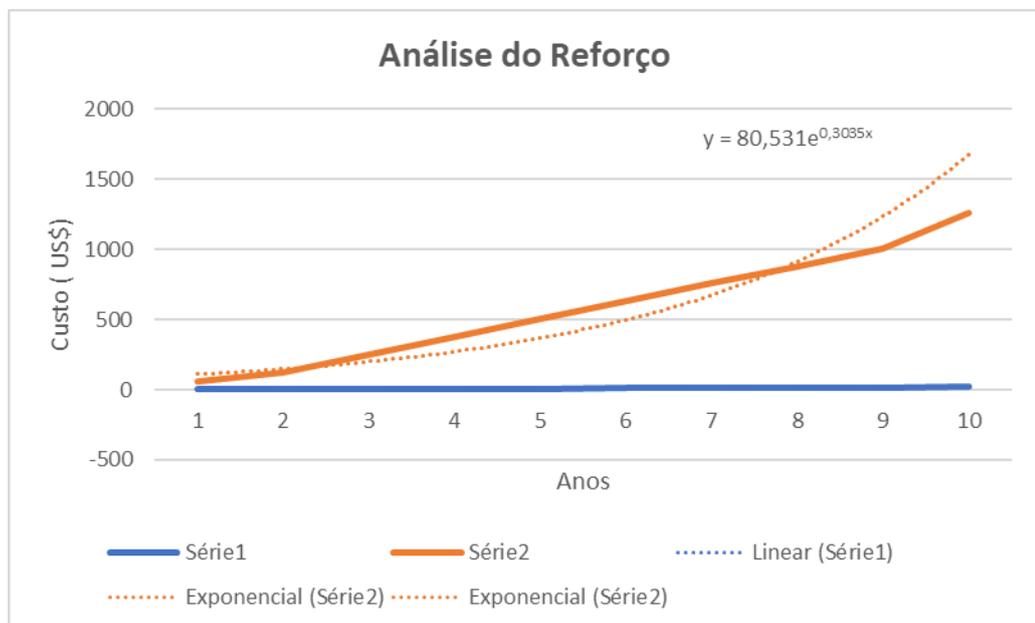
**Gráfico 1 – Análise da proteção catódica.**



Fonte: Autores.

Avaliação do custo do reforço no decênio.

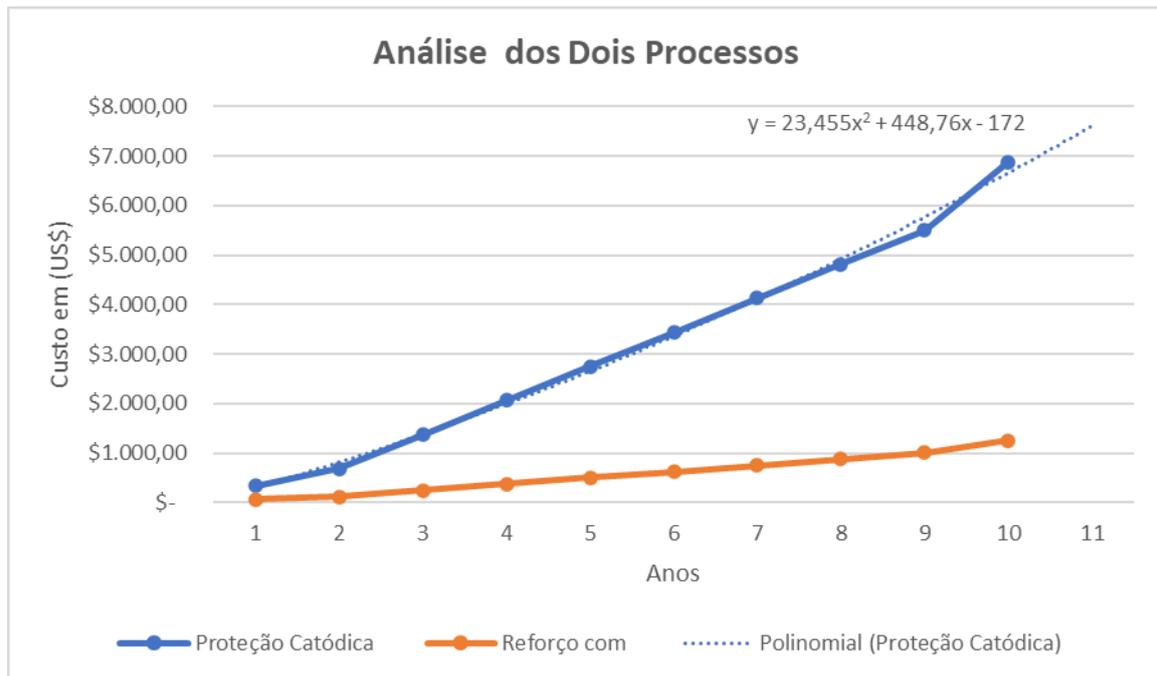
**Gráfico 2 – Análise do custo de reforço.**



Fonte: Autores.

Na avaliação entre os dois processos, fica nítida a vantagem do menor custo da proteção catódica.

**Gráfico 3 – Análise dos dois processos em conjunto.**



Fonte: Autores.

## 6. Análise Final

A utilização de proteção catódica em estruturas de argamassa armada, deve ser analisada como uma alternativa ao plano de manutenção e conservação. O emprego de tal tecnologia, atenua a degradação natural imposta pelas intempéries, falta de manutenção ou descaso com as mesmas.

A pequena divulgação do processo, restrito a um pequeno numero de empresas e profissionais habilitados, baixa produção de artigos científicos associada a baixa divulgação nas escolas de engenharia nacionais, colabora com desconhecimento e descredito do processo.

O custo, que em primeira análise pode parecer desnecessário, excesso de rigor ou zelo, mostra financeiramente que no decorrer da vida útil da estrutura, diminui os custos intrínsecos de manutenção, além de prolongar a vida útil da estrutura.

Existe ainda a vantagem de que o sistema de proteção catódica pode ser incorporado a qualquer momento da vida da estrutura, mesmo após o decorrer de décadas de utilização.

## Referências

ABRACO - Associação Brasileira de Corrosão – Corrosão de Armaduras em Estruturas de Concreto - Causas, Avaliação, Diagnostico, Prevenção e Controle – Dez\2019;

Araujo, A., Panossian, Z., Lourenço, Z. Proteção catódica de estruturas de concreto - Cathodic protection for concrete structures. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais - IBRACON Structures and Materials Journal, São Paulo, 6(2), 178-193.

Costa, et al. *Estudo de Argamassas de Base Cimentícia por Microscopia Electrónica de Varrimento* – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa , 2009.;

Concreto & Construção – Ed. 86 / 2017 – Avaliação de Reforço estrutural em Cobertura Abobadada.

Corrosão em Estruturas de Concreto Armado: Teoria, Controle e Métodos de Análise. Autores: Almir Sales; Carlos Alberto de Souza, Fernando de Couto Rosa Almeida, Manuel Paulo Teixeira Cunha, M. Zita Lourenco e Paulo Helene. Ed. Elsevier – 2014.

Dutra, A. C., & Nunes, L. P. Proteção Catódica – Técnica de Combate a Corrosão. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, (5a ed.), 372.

Gentil, V. Corrosão -. LTC- Livros Tec. e Científicos Ed., 2011, (6a ed.), 260.

Meira, G. R. Corrosão de armaduras em estruturas de concreto - Fundamentos, diagnóstico e prevenção, João Pessoa: IFPB, 2017.

Mehta, P. K., Monteiro, P. J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. 2 ed. São Paulo: Nicole Pagan Hasparyk, IBRACON, 2014. 751 pag.;

Proceq, S. A. Resipod Family - Instruções de operação teste de durabilidade do concreto, Schwerzenbach - Suíça, 2017. 28 p;

Pourbaix, M. Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solutions. 2. ed. Houston: National Association of Corrosion Engineers, 1974;

Ribeiro, D. V., et. al. - Corrosão em estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 246 pag.;

Santos, M. F. S. F. *Avaliação de Estruturas Abobadadas na Cidade do Rio de Janeiro – Patologias e Reforço*, Pós Civil da UFF em 2017, 142 págs.

Vector Corrosion Technologies. - Galvashield XP - Product Line, USA, 2010. 4 p;

Vector Corrosion Technologies. - Galvashield XP - Product Line, USA, 2010. 4 p.  
Recuperado de [http://www.brasil.geradordeprecos.info/reabilitacao/Estruturas/Concreto\\_armado/Reforços\\_e\\_ancoragens/EHZ110\\_Reforço\\_ao\\_esforço\\_transverso\\_de\\_vi.html](http://www.brasil.geradordeprecos.info/reabilitacao/Estruturas/Concreto_armado/Reforços_e_ancoragens/EHZ110_Reforço_ao_esforço_transverso_de_vi.html) - acesso em 22\07\2020 .

<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Manuel Fernando Sousa Ferreira dos Santos – 80%

Orlando Celso Longo – 20%