

[illegible]

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA E M A P GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 2 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	OBJETIVO	3
3	DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	3
3.1	DOCUMENTOS DO CLIENTE	3
3.2	NORMAS TÉCNICAS	4
3.3	OUTRAS REFERÊNCIAS	4
4	TIPOS DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CATÓDICA	4
4.1	PROTEÇÃO CATÓDICA GALVÂNICA	4
4.2	PROTEÇÃO CATÓDICA POR CORRENTE IMPRESSA	5
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS	5
	Principais diferenças.....	5
	Vantagens e desvantagens	6
5	LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO.....	7
6	DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA A SER ADOTADO.....	9
7	PREMISSAS A SEREM CONSIDERADAS PARA O PROJETO BÁSICO	9
7.1	TIPO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA.....	9
7.2	NORMAS A SEREM CONSIDERADAS NO DIMENSIONAMENTO DO PROJETO BASICO	10
7.3	CARACTERÍSTICAS DOS ANODOS	10
7.4	FIXAÇÃO DOS ANODOS	10
7.5	INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA ENTRE AS ESTRUTURAS A SEREM PROTEGIDAS.....	10
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	11

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 3 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

1 INTRODUÇÃO

Durante os dias 4 e 10 de outubro de 2016 realizou-se um levantamento de dados campo prévio nas instalações do Porto de Itaqui em São Luiz no Maranhão. Este levantamento teve o intuito de validar as condições gerais de layout das instalações do porto para auxiliar na tomada de decisão do melhor tipo de sistema de proteção catódica para proteger as estruturas metálicas submersas do porto.

No decorrer deste documento serão apresentados os tipos de sistemas de proteção catódica considerados e qual é o mais recomendado para proteger as estruturas metálicas em função do observado no levantamento de campo.

2 OBJETIVO

Apresentar o projeto conceitual do sistema de proteção catódica das estruturas metálicas submersas dos berços 101 e 102 do Porto de Itaqui em São Luis no Maranhão.

3 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

3.1 DOCUMENTOS DO CLIENTE

Para a implantação dos serviços de recuperação estrutural propostos deverão ser consultados os elementos Normativos e Portarias a seguir relacionadas, bem como outras específicas mencionadas nas metodologias específicas.

- BNA/61.129/226.206/00/11.
- BNA/61.129/226.206/00/11.
- C107 E 109-DES-0101-11-001 REV 2.
- C107 E 109-DES-0101-11-003 REV 1.
- RP2402-001 REV C.

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 4 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

3.2 NORMAS TÉCNICAS

- DNV-RP-B401:2010 - Cathodic protection design (Esta norma foi utilizada, pois não existe norma brasileira que trate de proteção catódica para píer ou estruturas na água. A norma brasileira de proteção catódica trata de dutos de transporte terrestres.)
- ABNT NBR 10387:2016 - Anodos de liga de alumínio para proteção catódica.

3.3 OUTRAS REFERÊNCIAS

Dutra, A. C.; Nunes, L. P.; “Proteção catódica – técnica de combate à corrosão”; 5ª edição; Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2011.

Gentil, V.; “Corrosão”; 6ª edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, 2014.

4 TIPOS DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CATÓDICA

Existem dois tipos de sistemas de proteção catódica: por corrente impressa e galvânica por anodos de sacrifício.

Apesar de diferentes, os dois processos se fundamentam no mesmo princípio, que é a injeção de uma corrente elétrica na estrutura através de um eletrólito que protege as estruturas metálicas contra a corrosão.

Suscintamente nos itens a seguir serão apresentados conceitos básicos dos dois tipos de sistemas de proteção catódica.

4.1 PROTEÇÃO CATÓDICA GALVÂNICA

Na proteção catódica galvânica a corrente necessária para a proteção das estruturas metálicas em contato com eletrólito é promovida pela força eletromotriz existente entre a estrutura que se deseja proteger e o material do anodo escolhido. Essa força eletromotriz gera uma diferença de potencial eletroquímico entre a estrutura e o anodo, gerando uma área catódica (na estrutura) e outra anódica (no anodo).

Na prática, o que ocorre, é que o anodo se corrói para proteger a estrutura. Daí o nome proteção por anodos de sacrifício.

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 5 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

Os principais anodos galvânicos são os de ligas de alumínio, ligas de zinco e ligas de magnésio. Os anodos de alumínio e zinco normalmente são utilizados em água do mar ou eletrólitos de baixa resistividade, até 1.500 ohm.cm. Os anodos de magnésio são utilizados em solos ou eletrólitos com resistividade até 6.000 ohm.cm, sendo que em eletrólitos de baixa resistividade como água do mar, não se deve utilizar anodos de magnésio.

4.2 PROTEÇÃO CATÓDICA POR CORRENTE IMPRESSA

Neste sistema a corrente elétrica, ou força eletromotriz, necessária à proteção das estruturas é gerada por uma fonte externa de corrente contínua, como retificadores, geradores ou baterias.

Os anodos utilizados nesse sistema são chamados de anodos inertes, por não se desgastarem tanto durante a vida útil do sistema. Os principais anodos inertes são os de Ferro-Silício-Cromo, utilizados principalmente em solos, e os de Titânio revestidos com óxidos mistos de metais nobres – TI-MMO – que são amplamente utilizados em água do mar.

Um detalhe muito importante nos sistemas de proteção catódica por corrente impressa é que o polo negativo sempre deve estar conectado a estrutura a ser protegida (área catódica) e o polo positivo sempre conectado aos anodos (área anódica). Caso a polaridade seja invertida, a estrutura será severamente corroída.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS

Principais diferenças

a) Galvânico:

- O anodo é ligado diretamente à estrutura, através de solda ou cabo elétrico.
- A corrente circulante é função da diferença de potencial entre o anodo e a estrutura.

b) Corrente impressa:

- A interligação entre o anodo e a estrutura é feita através de uma fonte externa de injeção de corrente contínua.
- A corrente circulante é função da tensão de saída dessa fonte.

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA E M A P GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 6 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

Vantagens e desvantagens

c) Galvânico:

Vantagens

- Não requer suprimento de alimentação externa;
- Baixo custo de manutenção;
- Raramente causa interferências sobre outras estruturas metálicas nas proximidades;
- Baixo custo de instalação.

Desvantagens

- A quantidade de corrente fornecida à estrutura é limitada pela pequena diferença de potencial entre o material do anodo e a estrutura;
- Alto custo quando as estruturas são muito grandes;
- Não são eficientes para estruturas sujeitas a correntes de interferência.

d) Corrente impressa

Vantagens

- Pode fornecer grandes quantidades de corrente de proteção;
- Melhor controle das correntes de proteção;
- Eficiente para estruturas nuas ou pobremente revestidas;
- Eficiente para estruturas sujeitas a correntes de interferência.

Desvantagens

- Custo de manutenção bem maior que o sistema galvânico;
- Requer suprimento de alimentação externa (consumo de energia);
- Pode causar interferências sobre outras estruturas metálicas enterradas nas proximidades.

Observações Gerais:

A eficácia dos dois sistemas, quando projetados adequadamente, é igual. Quanto a vida útil, para sistemas com corrente impressa, normalmente adota-se uma vida útil mínima de 20 anos, levando-se em consideração que os anodos utilizados são do tipo inerte e

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 7 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

praticamente não sofrem desgaste. Para os sistemas galvânicos, quanto maior a vida útil, maior a massa de anodos galvânicos a ser utilizado. Reiterando, o sistema de proteção catódica não recupera o que foi perdido por corrosão, mas sim, mantém a estrutura remanescente.

5 LEVANTAMENTO DE DADOS DE CAMPO

Inicialmente considerou-se a possibilidade de utilização dos dois tipos de sistemas de proteção catódica e, durante o levantamento de campo, procurou-se levantar qualquer informação que fosse útil no auxílio da tomada de decisão de qual sistema utilizar.

Os principais pontos a serem levantados durante inspeção de campo foram:

- Conhecer as estruturas do Porto
- Avaliar as condições gerais dos Berços 101 e 102 identificando a possibilidade de se projetar um sistema de proteção catódica
- Levantar com os operadores locais se existe ou se já existiu algum sistema de proteção catódica instalado e, caso exista, verificar se ainda existe algum equipamento ou infraestrutura que possa ser utilizado.
- Entender o que é a “superestrutura” dos berços. Caso sejam as estruturas de concreto (laje, piso etc), verificar se já foram todas construídas ou se ainda resta alguma obra a ser feita
- Verificar se existe a disponibilidade de alguma embarcação para inspeção dos Gabiões sob a laje do píer.
- Se possível, coletar informações sobre o regime de maré do porto.
- Identificar locais para a instalação de pontos de teste de medição de potencial eletroquímico.
- Verificar se existe algum revestimento protetor nas estruturas.
- Identificar possíveis locais para instalação de retificador (SPC por corrente impressa)

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 8 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

- Verificar ao longo dos berços se existe algum local, de preferência com alimentação elétrica, para a instalação de retificadores.
- Verificar possíveis locais para a passagem e distribuição de cabos elétricos ao longo dos berços.
- Verificar possíveis locais para a descida de cabos positivos (anodos) e também dos cabos negativos que deverão ser soldados nas estruturas.
- Verificar se é possível a instalação de leito de cabos elétricos ou eletrodutos sob o piso do porto (próximo à água) para a distribuição dos cabos elétricos de anodos, que poderão ser fixados nas estruturas ou distribuídos em poitas no fundo do mar.
- Verificar se todas as estruturas estão conectadas (contato elétrico) entre si.
- Caso de sistema galvânico
- Verificar as condições das estruturas metálicas dos Berços 101 e 102 para a soldagem de anodos galvânicos.
- Verificar se já existe algum anodo galvânico instalado nas estacas.
- Apesar do levantamento de campo não ter sido completamente realizado por dificuldades de acesso do técnico da IEC nas instalações do porto, os principais questionamentos de campo foram respondidos e estão apresentados a seguir:
- Existe alimentação elétrica em baixa tensão disponível no porto e diversos pontos onde o(s) retificador(es) podem ser instalados, entretanto verificou-se que a passagem de cabos elétricos até as estruturas metálicas em contato com o mar será difícil de ser feita.
- Não foi possível realizar uma inspeção com embarcação nas estruturas, mas, apesar disso, os anodos devem ser fixados nas estacas do porto e a interligação elétrica entre todas as estruturas deve ser testada (no caso de proteção por corrente impressa).

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 9 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

- Não foi observada nenhuma estrutura que remeta a existência de um sistema de proteção catódica instalado anteriormente no porto. Possivelmente o que existia já foi removido.
- Pode-se instalar pontos de teste de medição rentes as defensas do porto.
- Não se observou grande variação e maré no local que comprometa a implantação de qualquer sistema de proteção catódica, entretanto, os anodos devem ser instalados pelo menos 3 metros abaixo da maré mínima do porto.
- Não foi possível determinar se as estruturas estão pintadas ou protegidas com algum revestimento protetor.

6 DEFINIÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA A SER ADOTADO

- Diante das observações no levantamento de campo e das características técnicas de cada sistema de proteção catódica, deve-se utilizar o sistema de proteção catódica galvânico para a proteção das estruturas metálicas em contato com o mar no Porto de Itaqui.
- A decisão se baseia principalmente no fato da dificuldade de passagem de cabeamento elétrico pelo piso do porto, que é necessário para o funcionamento do sistema por corrente impressa. Além disso, sistemas galvânicos são mais robustos e necessitam de menos manutenção do que os sistemas por corrente impressa.

7 PREMISSAS A SEREM CONSIDERADAS PARA O PROJETO BÁSICO

As premissas apresentadas a seguir devem ser utilizadas no projeto básico.

7.1 TIPO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA

A princípio, o sistema de proteção catódica a ser adotado para a proteção das estruturas metálicas dos Berços 101 e 102 do Porto de Itaqui deve ser do tipo galvânico preferencialmente com anodos de liga de alumínio.

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA EMAP GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 10 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

A vida útil projetada para os anodos deverá ser de pelo menos 10 anos.

Deve-se verificar se as estruturas possuem algum revestimento protetor. Está informação é de suma importância para correto dimensionamento dos anodos galvânicos.

7.2 NORMAS A SEREM CONSIDERADAS NO DIMENSIONAMENTO DO PROJETO BASICO

Para o dimensionamento do projeto básico deve-se utilizar a norma DNV-RP-B401 na sua versão mais atual. A metodologia e premissas de cálculo, que não forem possíveis de se determinar em um levantamento de campo, devem estar de acordo com esta norma.

Para os anodos, deve-se utilizar a norma ABNT NBR 10387 na sua versão mais atual.

Outras metodologias de cálculo ou premissas oriundas de outras referências devem ser aprovadas pelos responsáveis pelo empreendimento.

7.3 CARACTERÍSTICAS DOS ANODOS

As características físicas e químicas dos anodos de alumínio devem estar de acordo com a norma ABNT NBR 10387 na sua versão mais atual.

O modelo do anodo deve ser definido no projeto básico.

7.4 FIXAÇÃO DOS ANODOS

Os anodos devem ser soldados diretamente nas estruturas metálicas submersas, tomando-se o cuidado para que fiquem posicionados a pelo menos 3 metros abaixo da maré mínima.

O procedimento de soldagem mais adequado deve ser definido no projeto executivo.

7.5 INTERLIGAÇÃO ELÉTRICA ENTRE AS ESTRUTURAS A SEREM PROTEGIDAS

Como definiu-se que o projeto será por proteção catódica galvânica, não será necessário interligar todas as estruturas. Entretanto cada estrutura isolada deve receber quantidade de anodo suficiente para garantir sua proteção contra corrosão.

	EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA E M A P GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO			
	TÍTULO: RELATÓRIO – PROJETO CONCEITUAL SISTEMA DE PROTEÇÃO CATÓDICA DOS BERÇOS 101 E 102			
	PROJETO: Contratação de Empresa especializada para execução do Projeto de Recuperação estrutural dos Berços 103 e 106 (infra, meso e superestruturas) e Recuperação Catódica dos Berços 101 e 102, no Porto do Itaqui em São Luís – MA.			
	Nº EMAP: 2017.14-RL-GER-1001-0003-R00	DATA: 08/2017	REVISÃO: 00	Nº FOLHA : 11 de 11

Nº PLANAVE: 1.16.137-OS-01/00 – RL-B01-E04-0001-B

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As premissas apresentadas para serem utilizadas no projeto básico devem ser confirmadas e validadas. O projeto do sistema de proteção catódica não contempla nenhum cálculo estrutural, logo, após definida a massa final (quantidade de anodos) por estrutura, caberá ao responsável pelo empreendimento definir se as massas a serem utilizadas comprometem ou não as estruturas. Deve-se solicitar a última versão dos desenhos das estruturas metálicas do porto para execução do projeto básico.

Serão apresentados na fase do projeto detalhado as estimativas de custos para a proteção catódica.