Documentos Técnicos	ABRACO RP – PTC - 005
Recomendações Práticas	Rev. 01
Ano de execução/revisão	2025

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS – PROTEÇÃO CATÓDICA

RECOMENDAÇÕES PARA INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CATÓDICA TERRESTRE

NOTAS:

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.

2 – É recomendável que todos os trabalhos relacionados aos sistemas de proteção sejam executados por profissionais certificados conforme Norma ABNT NBR 15.653.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO EXECUTOR

COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO - 2018

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

Aldo Cordeiro Dutra - ABRACO - Coordenador do GT

Laerce de Paula Nunes - IEC

Anderson Teixeira Kreischer - IEC

Antonio Carlos Pires Caetano - IEC

João Paulo Klausing Gervasio - Petrobras

GRUPO REVISOR - 2025

Laerce de Paula Nunes - Coordenador

Anderson Texeira Kreischer - Membro

Antonio Carlos Pires Caetano – Membro

João Paulo Klausing Gervasio – Membro

Luiz Paulo Gomes - Membro

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Sumário

1.0 OBJETIVO 4
2.0 REFERÊNCIA NORMATIVA E RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS 4
3.0 TIPOS DE ESTRUTURAS 5
4.0 ROTEIRO DAS ATIVIDADES DE INSPEÇÃO 5
5.0 ORIENTAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO 6
5.1 Levantamento da Documentação do Projeto 6
5.2 Levantamento do Histórico de Operação do Sistema 6
5.3 Planejamento das Atividades de Inspeção 7
5.4 Instrumentos e Equipamentos de Inspeção 7
5.5 Eletrodos de Referência 8
5.6 Retificadores e Drenagens Elétricas 9
5.7 Leitos de Anodos Galvânicos e de Anodos Inertes 11
5.8 Dispositivos de Proteção e Juntas Isolantes 12
5.9 Pontos de Teste e Caixas de Medição e Interligação 14
5.10 Medições de Potencial Estrutura/Eletrólito 15
5.11 Registro Fotográfico 17
5.12 Relatório Técnico 17
6.0 PROBLEMAS TÍPICOS EM RETIFICADORES 18
7.0 ANEXOS 19
Inspeção de Equipamento – ANEXO I 21
Inspeção de Leito de Anodos – ANEXO II 22
Inspeção de Ponto de Teste - ANEXO III 23
Medição de Potenciais Estrutura/Eletrólito – ANEXO IV 24
Medição de Potenciais Estrutura/Eletrólito – ANEXO IV 25
Inspeção de Junta de Isolamento – ANEXO V 26

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

1.0 OBJETIVO

Esta Recomendação Prática estabelece orientações a serem observadas na inspeção de sistemas de proteção catódica de estruturas terrestres

2.0 REFERÊNCIA NORMATIVA E RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

ABNT ISO 15589 – Indústria de Petróleo, Petroquímica e Gás Natural – Proteção Catódica de Sistemas de transporte por Dutos – Parte I – Dutos Terrestres.

ABNT NBR 16460 - Anodos de liga de magnésio para proteção catódica.

ABNT NBR 9240 - Anodos de liga de ferro-silício-cromo para proteção catódica.

ABNT NBR 16294:2014 - Anodos de titânio com óxidos de metais nobres para proteção catódica

ABNT NBR 15653 - Critérios para qualificação e certificação de profissionais de proteção catódica.

ABNT NBR 16265 - Inspeção de anodos para proteção catódica.

ABRACO RP – PTC 001: Recomendações Práticas – Proteção Catódica - Critérios para levantamentos de campo, em sistemas de Proteção Catódica terrestre.

ABRACO RP – PTC 002: Recomendações para especificação de fontes de corrente contínua e de drenagens de corrente, em sistemas de Proteção Catódica para estruturas terrestres enterradas.

ABRACO RP – PTC 003: Recomendações para instalação de sistemas de Proteção Catódica terrestres.

ABRACO RP – PTC 004: Recomendações para pré-operação de sistemas de Proteção Catódica terrestre.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

3.0 TIPOS DE ESTRUTURAS

Para os efeitos deste documento são consideradas fundamentalmente as seguintes estruturas.

- Dutos terrestres de transporte para petróleo, gás, polpa de minérios, água e outros produtos.
- Tanques de armazenamento para petróleo, derivados de petróleo, água, álcool e produtos diversos.
- Base de torres de linhas de transmissão.
- Outras estruturas metálicas enterradas, como estacas prancha ou tubulares, perfis etc.

4.0 ROTEIRO DAS ATIVIDADES DE INSPEÇÃO

A inspeção de sistemas de proteção catódica deve orientar-se por procedimentos específicos de cada usuário, considerando o tipo de proteção, o tipo de estrutura protegida e o grau de risco de falhas. As inspeções devem ser realizadas por profissionais devidamente qualificados em proteção catódica e com treinamento válido na NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho. De modo geral, deve ser seguido o roteiro apresentado a seguir.

- Levantamento da documentação do projeto do sistema de proteção catódica a ser inspecionado, incluindo relatório de pré-operação (comissionamento) do sistema.
- Levantamento do histórico de operação do sistema, incluindo consulta aos relatórios técnicos das últimas inspeções realizadas.
- Planejamento das atividades de inspeção.
- Identificação dos equipamentos e instrumentos necessários, incluindo a verificação da validade dos certificados de calibração dos instrumentos a serem utilizados.
- Escolha e verificação dos eletrodos de referência portáteis a serem utilizados nas medições de potencial estrutura/eletrólito.
- Inspeção dos retificadores e equipamentos de drenagem elétrica (quando existirem).

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

- Inspeção dos leitos de anodos galvânicos ou de anodos inertes.
- Inspeção dos dispositivos de proteção e das juntas isolantes.
- Inspeção dos pontos de teste e caixas de medição e interligação.
- Medição dos potenciais estrutura/eletrólito.
- Registro fotográfico de equipamentos e materiais, obtido durante as atividades de inspeção.
- Elaboração de relatório técnico sobre os trabalhos realizados.

5.0 ORIENTAÇÕES GERAIS PARA EXECUÇÃO DA INSPEÇÃO

Apresentamos, nos subitens a seguir, orientações e boas práticas a serem adotadas na execução das diversas atividades de inspeção listadas no roteiro do item 4.0.

5.1 Levantamento da Documentação do Projeto

A chave para uma inspeção bem-sucedida de um sistema de proteção catódica está no conhecimento da localização e das características gerais dos diversos componentes que fazem parte do sistema. Basicamente, são necessários os desenhos de distribuição geral, locação de leitos de anodos e detalhes de instalação e o relatório técnico de pré-operação do sistema. O acesso prévio a essa documentação também possibilita tomar conhecimento das interligações elétricas existentes com estruturas metálicas e sistemas de proteção catódica de terceiros, se existirem.

5.2 Levantamento do Histórico de Operação do Sistema

O acesso ao histórico de operação do sistema de proteção catódica, incluindo acesso aos serviços de manutenção corretiva realizados previamente e aos últimos relatórios de inspeção realizados, facilitam bastante o planejamento da inspeção. Problemas levantados em inspeções anteriores devem receber especial atenção durante a nova inspeção do sistema.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

5.3 Planejamento das Atividades de Inspeção

Um bom planejamento é fator primordial para realização de qualquer atividade técnica e a inspeção dos sistemas de proteção catódica não foge a essa regra. Convém preparar um roteiro completo das atividades a serem realizadas na inspeção e separar cópias impressas de todos os formulários a serem utilizados para coleta de dados. A utilização de formulários padronizados garante a completeza de dados desde que todos os campos do formulário, que se aplicam, sejam devidamente preenchidos. Também podem ser utilizados coletores de dados previamente carregados com softwares de inspeção.

5.4 Instrumentos e Equipamentos de Inspeção

Os tipos e quantidades de instrumentos e equipamentos necessários à inspeção deve ser definida com base no conhecimento das características do sistema de proteção catódica a ser inspecionado, quantidade e características dos equipamentos a serem inspecionados e nas atividades planejadas para inspeção.

Todos os instrumentos a serem utilizados devem estar devidamente calibrados e os certificados de calibração devem estar dentro do prazo de validade, definido pelo sistema de controle de instrumentos da empresa responsável pela inspeção. Na falta de uma política definida para validade dos instrumentos, costuma-se convencionar como aceitável o prazo de validade de um ano. Na escolha dos instrumentos a serem utilizados na inspeção deve-se ter especial atenção com a ordem de grandeza dos parâmetros elétricos a serem medidos e as taxas de leitura dos instrumentos a serem utilizados. São indicados a seguir alguns pontos de atenção a serem observados na escolha dos instrumentos.

- No caso de multímetro digital, observar se tem escala de mV em corrente contínua (CC) para medição de shunts de corrente, se tem capacidade para armazenamento de valores máximo/mínimo/ predominante, no caso de ter potenciais estrutura/eletrólito variáveis e se a capacidade máxima de medição de escala da função amperímetro é compatível com os valores a serem medidos.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

- No caso de amperímetro digital tipo alicate, verificar se ele é capaz de medir corrente contínua (CC) e se tem a sensibilidade necessária para medição de baixos níveis de corrente (na faixa de 0,1 a 2,0 A).

- No caso de voltímetro registrador, se a taxa de leitura é compatível com o tipo de onda a ser medido e se a capacidade de armazenamento (número de leituras x tempo de armazenamento) é suficiente para armazenar o período de dados desejado. Por exemplo: no caso de registro de potenciais tubo/solo “ON/OFF”, são desejáveis taxas de leitura de pelo menos 5 leituras por segundo.

5.5 Eletrodos de Referência

A seleção dos tipos de eletrodos de referência portáteis a serem utilizados na inspeção vai depender basicamente do tipo de eletrólito onde está a estrutura metálica a ser medida e das características da superfície desse eletrólito. O eletrodo de referência portátil mais utilizado nos sistemas terrestres é o de cobre/sulfato de cobre ($Cu/CuSO_4$). O uso de eletrodos portáteis de $Cu/CuSO_4$ demanda alguns cuidados para garantir a obtenção de medidas confiáveis, listados a seguir.

- O corpo do eletrodo deve ser preenchido com solução saturada de sulfato de cobre. Garante-se que a solução está saturada quando restam cristais de sulfato de cobre no fundo do corpo do eletrodo, após termos agitado firmemente o mesmo.
- A haste do eletrodo pode ser revestida por uma camada de oxidação, ,com o decorrer do uso e afetar as leituras obtidas com esse eletrodo. Recomenda-se, como boa prática, checar periodicamente o eletrodo de referência em relação a um eletrodo novo de $Cu/CuSO_4$ que é utilizado apenas para calibração. A verificação pode ser feita diretamente num balde com água limpa onde é medida a diferença de potencial entre os dois eletrodos de referência (o novo e o que é usado para medição). Caso se obtenha uma diferença de potencial superior a 5mV é conveniente desmontá-lo e proceder a um lixamento da haste.
- A solução saturada de sulfato de cobre pode ser contaminada com o uso do eletrodo de referência nas medições de potencial em locais contendo contaminantes muito ativos e também afetar as leituras

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

obtidas com esse eletrodo. Quando houver suspeita de contaminação da solução de $CuSO_4$ recomenda-se, como boa prática, checar periodicamente o eletrodo de referência em relação a um eletrodo novo de $Cu/CuSO_4$ que é utilizado apenas para calibração, da mesma forma indicada no item anterior. Caso se obtenha uma diferença de potencial superior a 5mV, pode-se considerar que a solução do eletrodo de medição está contaminada e deve ser substituída.

- A ponta porosa do eletrodo de referência de $Cu/CuSO_4$ é fundamental para formar a ponte salina com o solo, para medição do potencial estrutura/solo. Convém manter a ponta porosa limpa para obtenção de medições mais confiáveis. Adicionalmente, existem diferentes tamanhos e formatos de ponta porosa e a escolha do tipo de ponta mais adequada vai depender do tipo de terreno onde serão realizadas as medições. No caso de pisos concretados ou pavimentos deve-se utilizar pontas de maior diâmetro, também conhecidas como “FAT BOY”.

- Considerando que o eletrodo de Ag/AgCl é apropriado para uso em água salgada, no caso de medir-se potencial de estrutura em contato com água doce deve-se usar o eletrodo de $Cu/CuSO_4$. Os eletrodos de referência de $Cu/CuSO_4$ são inadequados para uso em água salgada.

5.6 Retificadores e Drenagens Elétricas

A inspeção dos sistemas de proteção catódica deve iniciar-se, preferencialmente, com a inspeção dos retificadores e dos equipamentos de drenagem elétrica do sistema, caso existam. Ao adotar essa boa prática, evitamos os riscos de fazermos diversas medições de potencial estrutura/eletrólito com equipamentos desenergizados, desligados ou inoperantes, o que implicaria obrigatoriamente em retrabalho. A inspeção desses equipamentos implica na coleta de diversos parâmetros elétricos, de ajuste e de operação, assim como também demanda a avaliação do funcionamento dos seus instrumentos de painel. Devido à maior complexidade dessa inspeção, o uso de formulários padronizados para realização dessas inspeções é fundamental, pois eles possuem campos

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

a serem preenchidos de modo a cobrir todos os parâmetros de operação relevantes, garantindo a completeza da inspeção.

Apresentamos, nos itens a seguir, alguns cuidados e boas práticas a serem adotados na inspeção desses equipamentos.

- Os retificadores normalmente dispõem de horímetros para medir as horas em funcionamento do equipamento, entretanto, muitas vezes esses instrumentos encontram-se parados devido a problemas elétricos, mecânicos ou nas microchaves que são acopladas aos seus fusíveis de saída. Convém acompanhar o funcionamento do horímetro por alguns minutos de modo a assegurarmos que o mesmo está operando. Também é conveniente checar a tensão de alimentação do horímetro, pois tensões de alimentação muito baixas podem provocar a parada do instrumento.

- Sempre que for realizada a inspeção de retificadores com ajuste por taps, deve-se verificar se existem sinais de sobreaquecimento nos mesmos e também nas borneiras de acesso de cabos elétricos. Caso haja sinais de mau contato elétrico, é recomendável desligar o disjuntor de entrada do equipamento e reapertar as conexões elétricas antes de dar continuidade à inspeção do equipamento.

- Muitos multímetros digitais possuem botões de seleção corrente alternada/corrente contínua, logo, deve-se ter bastante atenção na posição dessas chaves, quando da realização de medições de tensão, para evitarmos erros graves de medição.

- Quando da medição da milivoltagem de shunts de corrente, deve-se tomar cuidado para conectar as ponteiras de prova nos parafusos de medição do shunt. Os parafusos de medição são os dois menores e possuem cabos que se ligam diretamente ao instrumento de painel (amperímetro ou instrumento múltiplo uso). Deve-se também anotar a escala do shunt, normalmente impressa em baixo relevo no corpo do componente, para evitar erros na conversão de milivolts em amperes.
- A verificação do funcionamento adequado de equipamentos de drenagem normalmente é feita com base em registros simultâneos

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

de potencial tubo/trilho e corrente drenada, usando voltímetros registradores de dois canais. Quando não se observa drenagem de corrente durante a inspeção, convém checar o fusível de saída e o sentido de condução do diodo de potência (drenagens unidirecionais).

- Todos os componentes defeituosos detectados nos equipamentos durante a inspeção devem ter os seus modelos, dimensões e especificações técnicas levantadas e incluídas no formulário de inspeção, de modo a facilitar e agilizar a realização da manutenção corretiva do equipamento.

5.7 Leitos de Anodos Galvânicos e de Anodos Inertes

A inspeção de leitos de anodos consiste basicamente em uma inspeção visual do local de instalação do leito de anodos, normalmente direcionada por uma listagem de verificação e de uma avaliação do funcionamento do leito de anodos.

A avaliação do funcionamento dos anodos pode ser feita de forma direta, através da medição da corrente total injetada pelos anodos ou da corrente injetada por anodo, quando o leito possui caixas de visita sobre os anodos.

A avaliação do leito também pode ser feita de forma indireta, através da medição dos potenciais ao longo do traçado do leito de anodos. A avaliação indireta pode ser feita de duas formas, medindo o potencial estrutura/solo ao longo do traçado do leito, usando o negativo do retificador ou algum ponto de contato com a estrutura metálica protegida como referência, ou ainda usando o método das duas semicélulas (ver figura 01), quando os potenciais são medidos ao longo do traçado do leito de anodos, em relação a uma semicélula remota, ou seja, espaçada de pelo menos 50m do leito de anodos. Quando da utilização do método indireto, e no caso de leito de anodos inertes, convém aumentar a injeção de corrente do retificador para o valor máximo possível, de modo a evidenciar mais os picos de potencial sobre os anodos do leito.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

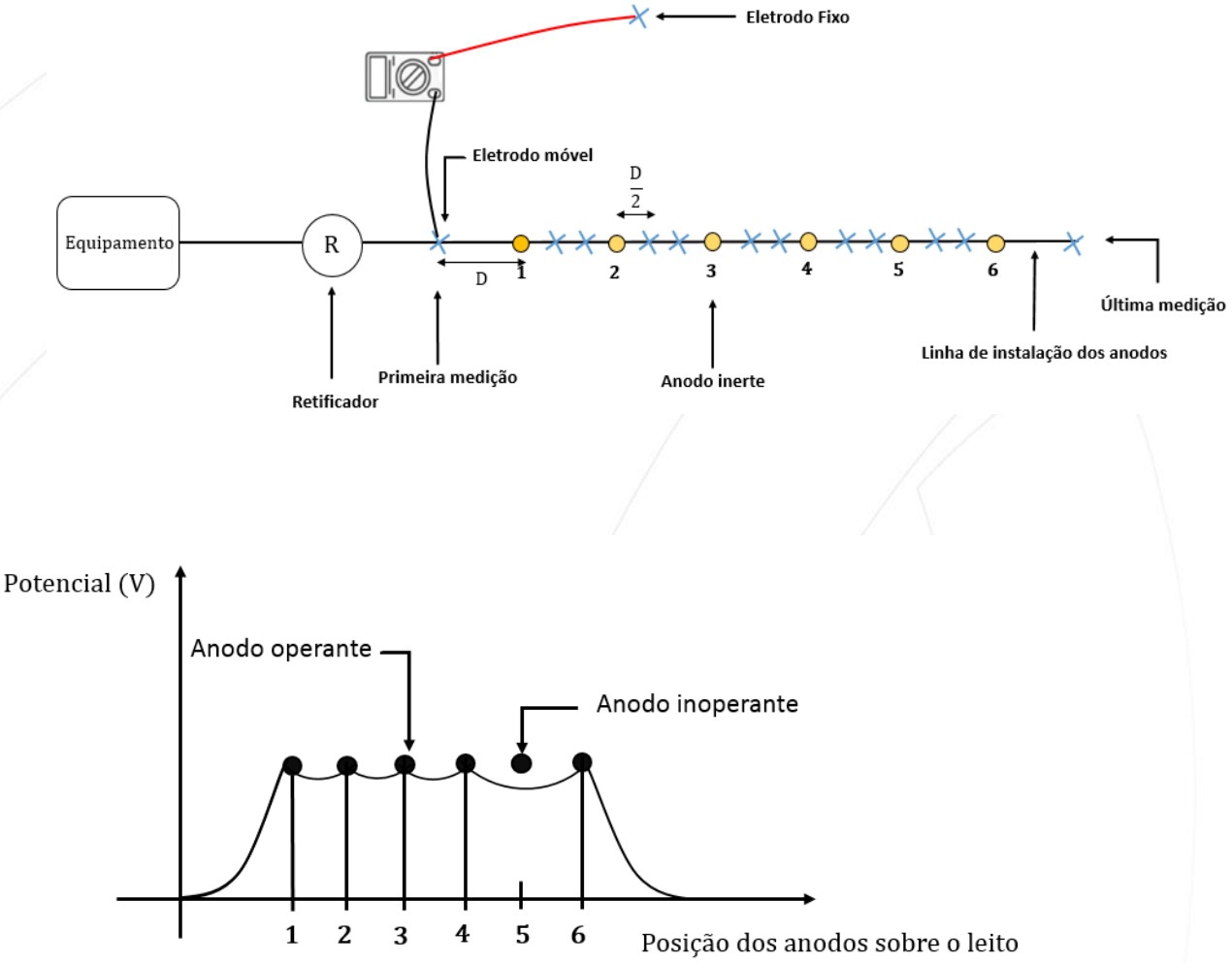


Fig. 01 – Inspeção de leitos de anodos inertes com duas semicélulas

5.8 Dispositivos de Proteção e Juntas Isolantes

Existem basicamente dois tipos distintos de dispositivos de proteção que podem ser encontrados durante a inspeção de sistemas de proteção catódica: dispositivos de proteção de juntas isolantes e desacopladores

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

de corrente contínua. Os dispositivos de proteção de juntas isolantes podem ser: dispositivos de estado sólido ou de centelhadores. Em condições normais de operação, ambos os dispositivos se comportam como circuito aberto (alta resistência série), resultando em potenciais tubo/solo diferentes, no lado isolado e no lado protegido, das juntas isolantes.

Os dispositivos desacopladores de corrente contínua normalmente são instalados em estações de válvulas, onde os trechos aéreos da tubulação precisam ser aterrados por razões de segurança. Entretanto, como uma ligação direta dos trechos aéreos de tubulação ao sistema de aterramento elétrico implicaria na derrubada da proteção catódica, nos trechos enterrados da tubulação a montante e a jusante da estação de válvulas, faz-se necessária a interligação do aterramento elétrico via desacopladores de corrente contínua. Em condições normais de operação, o desacoplador se comporta, em corrente contínua, como uma resistência de valor muito elevado, não alterando significativamente os potenciais tubo/solo nas proximidades da estação de válvulas. A verificação das condições de operação dos dispositivos de proteção de juntas isolantes e dos desacopladores previamente à realização das medições de potencial tubo/solo, nos pontos de teste da tubulação, é uma boa prática, pois pode evitar bastante retrabalho na inspeção.

As juntas isolantes usadas em sistemas de proteção catódica podem ser: monobloco ou convencional. Em ambos os casos, a avaliação das condições de isolamento das juntas isolantes é feita inicialmente com base nos potenciais tubo/solo obtidos em ambos os lados da junta isolante, ou seja, lado protegido e lado isolado, estando geralmente relacionados com os trechos enterrado e aéreo da tubulação, respectivamente. A obtenção de valores significativamente diferentes nos dois lados das juntas isolantes depende, muitas vezes, da localização dos cabos e hastes de aterramento elétrico conectados ao trecho aéreo da tubulação em relação à localização da junta isolante. Costuma ser uma boa prática aterrar provisoriamente o lado isolado da junta isolante com uma pequena haste (por exemplo uma chave de fenda), para forçar o aterramento do lado isolado, quando são obtidos valores de potencial tubo/solo muito próximos (diferença abaixo de 100mV) nos lados protegido e isolado da junta isolante. Esse teste permite confirmar as condições reais de isolamento da junta isolante pois, caso a junta isolante

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

não apresente problemas de isolamento, os potenciais tubo/solo serão afetados apenas no lado isolado da junta isolante com a conexão do aterramento elétrico provisório.

No caso das juntas isolantes convencionais, que são instaladas diretamente em pares de flanges da tubulação, também é possível verificar o isolamento da junta isolante através da medição da resistência elétrica de cada um dos estojos (parafusos) e os dois flanges utilizando um ohmímetro. Em condições normais de operação, é esperado um isolamento de pelo menos 100kΩ entre o estojo e cada um dos flanges. Convém utilizar um formulário padronizado para anotar os resultados obtidos em todas as medições de resistência realizadas de forma organizada, facilitando dessa forma a avaliação dos resultados. A boa prática de instalação de juntas isolantes recomenda a instalação de arruelas isolantes em ambos os lados da junta isolante, para cada estojo. Dessa forma, o isolamento global da junta isolante só é comprometido se o conjunto estojo/porcas metálicas estiver fazendo contato com ambos os flanges metálicos. Essa verificação permite também avaliar quais estojos estão comprometendo o isolamento da junta isolante e precisam ter seus cartuchos e arruelas isolantes substituídos.

5.9 Pontos de Teste e Caixas de Medição e Interligação

A inspeção de pontos de teste e caixas de medição e interligação consiste basicamente na verificação das suas condições físicas gerais e das condições de limpeza e aperto das conexões elétricas de cabos e borneiras. Consiste numa boa prática utilizar formulários padronizados com listagem para auxiliar na inspeção desses equipamentos e facilitar o registro de resultados. No caso de uso de resistores para limitação de corrente em interligações elétricas, convém verificar as condições gerais do componente e medir o valor da sua resistência elétrica com o componente desconectado. Muitas vezes são utilizados resistores de fio que tendem a se romper e abrir a interligação elétrica entre dutos devido a superaquecimento, descargas elétricas atmosféricas ou simplesmente corrosão do fio metálico.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

5.10 Medições de Potencial Estrutura/Eletrólito

A verificação da efetividade do sistema de proteção catódica é feita com base nos potenciais estrutura/eletrólito. Pode-se afirmar que uma estrutura metálica está catodicamente protegida se os potenciais estrutura/eletrólito obtidos nas medições realizadas atendem aos critérios de proteção catódica definidos na documentação do projeto do sistema. Caso não se tenha acesso à documentação do projeto, pode-se adotar, na avaliação da proteção catódica, os critérios definidos nas normas técnicas vigentes. A realização de medições de potencial estrutura/eletrólito demanda alguns cuidados para garantir a obtenção de medidas confiáveis, listados a seguir.

- As medições de potencial tubo/eletrólito devem ser feitas, obrigatoriamente, com o eletrodo de referência posicionado na superfície do solo, sobre a tubulação (estrutura) metálica enterrada que está sendo medida.

- No caso de tubulações metálicas posicionadas abaixo de pisos de concreto armado, deve-se posicionar o eletrodo de referência o mais próximo possível da tubulação metálica que se deseja medir, evitando-se dessa forma a influência direta da ferragem do piso de concreto nos resultados obtidos. Nesses casos, costuma ser uma boa prática, utilizar poços de medição para possibilitar a obtenção de potenciais mais confiáveis.

- Deve-se procurar promover um bom contato da ponta porosa do eletrodo de referência com o solo, de modo a se obter medições mais confiáveis de potencial estrutura/solo. Solos secos devem ser molhados no local de medição para melhorar o contato do eletrodo com. Quando as medições são realizadas sobre pisos pavimentados convém, além de molhar o solo, utilizar eletrodos portáteis do tipo “FAT BOY”, cuja ponta porosa tem um diâmetro bem maior. Outra boa prática consiste na utilização de uma esponja embebida em água com sabão para aumentar a área de contato do eletrodo com o solo.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

- Quando da realização de medições de potencial tubo/solo ao longo de tubulações extensas, convém instalar voltímetros registradores nos retificadores mais próximos a fim de detectar eventuais paradas na operação dos equipamentos que possam afetar os resultados obtidos nas medições de potencial tubo/solo realizadas.

- Quando da realização de medições de potencial tubo/solo "ON/OFF", convém instalar voltímetros registradores em pontos de teste próximos à região em que o potencial está sendo medido, de modo a permitir a detecção de interrupções na operação de retificadores, faltas de sincronismo ou paradas no chaveamento de chaves interruptores de corrente, que possam levar a medições de potencial não confiáveis.

- As medições de potencial tubo/solo devem ser feitas, preferencialmente, com o uso de voltímetros registradores, de modo a permitir a obtenção da forma de onda, o que facilita bastante a determinação do potencial tubo/solo "OFF". De modo geral, o ciclo mais utilizado para o chaveamento sincronizado de retificadores é de 12s "ON" e 3s "OFF". Dessa forma, uma boa taxa de leitura para uso no voltímetro registrador é de 5 leituras por segundo.

- Medições de potencial cupom/solo devem ser feitas, preferencialmente com o uso de voltímetros registradores, ajustados para uma taxa de leitura mínima de 5 leituras/segundo. A medição do potencial cupom/solo feita diretamente com um multímetro digital se torna normalmente difícil e de baixa confiabilidade porque o cupom despolariza muito rapidamente, em função das suas pequenas dimensões (normalmente de 1 a 10cm^2).

- Quando da medição dos potenciais tubo/solo em juntas isolantes, a medição do potencial tubo/solo no lado protegido deve ser feita com o eletrodo de referência posicionado sobre o trecho enterrado, preferencialmente afastada de pelo menos 50cm do ponto de afloramento.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

- Medições de potencial tubo/solo de tubulações que entrem em estruturas de concreto armado devem ser feitas sobre o trecho enterrado, afastadas de pelo menos 1m da estrutura de concreto armado, de modo a sair da área de influência direta das ferragens do concreto.

- Em faixas de dutos com mais de uma tubulação, a medição de potencial tubo/solo de cada duto deve ser realizada com o eletrodo de referência posicionado sobre a geratriz superior da tubulação que está sendo medida.
- Em áreas sujeitas a interferências em corrente contínua, provenientes de sistemas de tração eletrificados (linhas férreas, metro, etc.), as medições de potencial tubo/solo devem ser feitas através de registros ´prolongados de potencial tubo/solo, com duração mínima de 1h. Nos trechos de tubulação situados mais próximos da linha férrea, convém realizar registros prolongados com duração de 24h.

5.11 Registro Fotográfico

A inclusão de um registro fotográfico obtido durante a realização do trabalho detalhado da inspeção, realizada no sistema de proteção catódica, permite evidenciar a visita a todos os pontos notáveis do sistema, assim como facilitar a compreensão dos problemas verificados durante a inspeção e consiste numa boa prática a ser adotada em qualquer tipo de inspeção técnica.

5.12 Relatório Técnico

Após a conclusão dos trabalhos de inspeção, deverá ser emitido um relatório técnico que contendo, no mínimo, as seguintes informações.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

- Descrição sumária das estruturas metálicas protegidas pelo sistema.

- Descrição sumária dos componentes do sistema de proteção catódica.
- Descrição das atividades técnicas realizadas durante a inspeção.
- Relação dos instrumentos, equipamentos e acessórios utilizados na inspeção.
- Critérios de proteção catódica adotados.
- Eventuais problemas detectados na inspeção e soluções corretivas adotadas.
- Resultados obtidos nas medições realizadas e eventuais reajustes realizados nos equipamentos do sistema.
- Conclusões e recomendações.
- Gráficos dos registros realizados.
- Registro fotográfico.
- Certificados de calibração dos instrumentos.

6.0 PROBLEMAS TÍPICOS EM RETIFICADORES

Apresentamos, na tabela a seguir, os problemas mais comuns encontrados em retificadores de proteção catódica e as medidas corretivas mais usuais.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Tabela – 01 –Problemas em Retificadores e Medidas Corretivas

Retificador totalmente inoperante	
Problema Identificado	**Medida Corretiva**
Falta de energia na rede de alimentação CA	Verifique e corrija
Fusível de entrada queimado	Substitua o fusível
Transformador danificado	Contate o fabricante para trocá-lo
Retificador com tensão de saída, sem corrente de saída	
Problema Identificado	**Medida Corretiva**
Cabo positivo ou negativo rompido	Verifique e corrija
Retificador com queda na tensão e corrente de saída para 50% do valor original	
Problema Identificado	**Medida Corretiva**
Ponte retificadora danificada	Substitua o(s) diodo(s) danificado(s)
Retificador em operação normal, mas sem alcançar a tensão de saída nominal	
Problema Identificado	**Medida Corretiva**
Tensão de saída abaixo do esperado	Verifique o valor da alimentação CA
Retificador com tensão de saída, sem corrente de saída e com horímetro parado	
Problema Identificado	**Medida Corretiva**
Fusível de saída queimado	Substitua o fusível
Retificador com tensão de saída, sem corrente de saída e com horímetro funcionando	
Problema Identificado	**Medida Corretiva**
Rompimento de cabos positivo ou negativo	Repare o cabo danificado

7.0 ANEXOS

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Nos anexos a seguir, são apresentados formulários típicos para utilização nas inspeções de sistemas de proteção catódica.

- Inspeção de Equipamento – ANEXO I
- Inspeção de Leito de Anodo – ANEXO II
- Inspeção de Pontos de teste – ANEXO III
- Medições de Potenciais Estrutura/Eletrólito - ANEXO IV
- Inspeção de Junta de Isolamento – ANEXO V.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Inspeção de Equipamento – ANEXO I

INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS	NÚMERO:	
	DATA:	FOLHA:

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EQUIPAMENTO

EQP: ( )RETIFICADOR ( )DRENAGEM TAG	**REFRIGERAÇÃO:** ( )AR ( )ÓLEO	
AJUSTE: ( ) MANUAL ( ) AUTOMÁTICO	**TIPO:** ( ) TAPS ( ) POTENC.	**QTDE:** G= / F= / ESC=
INSTALAÇÃO: ( )POSTE ALTO ( ) POSTE BAIXO ( )AUTO-SUPORTÁVEL ( ) AO TEMPO ( ) ABRIGADO		
FABRICANTE:	**MODELO:**	**Nº DE SÉRIE:**
ENTRADA: V / FASE	**SAÍDA NOMINAL**: V / A	**SHUNT:** A / mV

LEITURA DO EQUIPAMENTO

PARÂMETRO	VALOR LIDO (PAINEL)	VALOR MEDIDO
TENSÃO DE ENTRADA	V	V
TENSÃO DE SAIDA	V	V
CORRENTE DE SAÍDA	A	A mV
CORRENTE DRENADA	a A	a A a mV
TENSÃO TUBO / TRILHO	a V	a V

CORRENTE ALI. AMPERÍMETRO:	MEDIDOR DE CONSUMO:

LEITURA DO HORÍMETRO	DATA: / /	HORA: :	LEITURA:
POSIÇÃO DOS AJUSTES	GROSSO = /	FINO = /	POTENCIÔMETRO =

ITEM	DESCRIÇÃO	SATISFATÓRIO	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA
01	CONDIÇÕES OPERACIONAIS	( )SIM ( )NÃO	
02	ACESSO / ABRIGO	( )SIM ( )NÃO	
03	CAIXA DO EQUIPAMENTO	( )SIM ( )NÃO	
04	INSTRUMENTOS DE PAINEL	( )SIM ( )NÃO	
05	AJUSTES / CHAVES	( )SIM ( )NÃO	
06	DISP. DE PROTEÇÃO / ATERRAMENTO	( )SIM ( )NÃO	
07	CIRCUITO C.A./ PADRÃO DE ENERGIA	( )SIM ( )NÃO	
08	CONEXÕES ELÉTRICAS	( )SIM ( )NÃO	
09	MÓDULO DE CONTROLE	( )SIM ( )NÃO	
10	LEITO DE ANODOS	( )SIM ( )NÃO	

OBSERVAÇÕES / INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS: (MODELO / NÚMERO DE SÉRIE):

PROFISSIONAL	ASS.

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Inspeção de Leito de Anodos – ANEXO II

INSPEÇÃO DE LEITO DE ANODOS	NÚMERO:	
	DATA:	FOLHA:

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO LEITO DE ANODOS			
Local e identificação:			
Retificador do Leito:			
Tipo de Anodos:	( ) Ferro Silício Cromo ( ) Titânio ( ) Outro _____	**Quantidade de Anodos:**	
Espaçamento entre anodos:			
SATISFATÓRIO	**DESCRIÇÃO**		
ITEM - 01	Condições físicas e de fixação dos marcos de concreto e placa de identificação da faixa do leito de anodos.		
( )SIM ( )NÃO	**OBS:**		
ITEM - 02	Condições do terreno (indícios de erosão, desbarrancamento, assoreamento, cabos expostos etc) na faixa de instalação do leito de anodos, desde os dutos até o último anodo.		
( )SIM ( )NÃO	**OBS:**		
ITEM - 03	Existência de edificações e plantações não permitidas na faixa do leito de anodos.		
( )SIM ( )NÃO	**OBS:**		
OBSERVAÇÕES/INFORMAÇÕES ADICIONAIS:			
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS: (MODELO/NÚMERO DE SÉRIE):			
PROFISSINAL			
ASSINATURA			

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Inspeção de Ponto de Teste - ANEXO III

INSPEÇÃO DE PONTO DE TESTE					**NUMERO:**	
					DATA:	**FOLHA:**
CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EQUIPAMENTO						
TAG:		LOCALIZAÇÃO:				
DUTOS EXISTENTES:						
ITEM	DESCRIÇÃO	CONFORME			DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE	
		SIM	**NÃO**	**N/A**		
1	IDENTIFICAÇÃO DO PT					
2	LIMPEZA INTERNA E EXTERNA					
3	CONDIÇÕES GERAIS DA CAIXA/ MOIRÃO					
4	FIXAÇÃO, PRUMO					
5	CALÇADA E BASE DE CONCRETO					
6	ARAME FARPADO					
7	ELETRODUTOS, CAIXA					
8	CONDIÇÕES DE ACESSO AO EQUIPAMENTO.					
9	PLACA DE CELERON E CHASSIS METÁLICOS					
10	CONTATOS ELÉTRICOS / CONTINUIDADE					
11	RESISTORES LIMITADORES					
12	ELETRODO DE REFERENCIA					
13	ALINHAMENTOS DOS CABOS					
14	JUNTA ISOLANTE					
15	TUBO-CAMISA					
16	IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS					
17	POTENCIAL ESTRUTURA / ELETROLITO (V)					
MAXIMO		MÍNIMO			PREDOMINANTE	
OBSERVAÇÕES						
PROFISSIONAL		ASSINATURA				

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Medição de Potenciais Estrutura/Eletrólito – ANEXO IV

MEDIÇÃO DE POTENCIAL ESTRUTURA / ELETRÓLITO SEM INTERFERÊNCIAS				NÚMERO:	
				DATA:	FOLHA:
LOCAL	POTENCIAL ESTRUTURA / ELETRÓLITO (V)			OBSERVAÇÃO	
	NATURAL	ON	OFF		

OBSERVAÇÕES / INFORMAÇÕES ADICIONAIS:

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS: (MODELO / NÚMERO DE SÉRIE):

PROFISSIONAL	
ASSINATURA	

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Medição de Potenciais Estrutura/Eletrólito – ANEXO IV

MEDIÇÃO DE POTENCIAL ESTRUTURA/ELETRÓLITO COM INTERFERÊNCIAS				NÚMERO:	
				DATA:	FOLHA:
LOCAL	POTENCIAL ESTRUTURA / ELETRÓLITO (V)			OBSERVAÇÃO	
	MÁXIMO	MÍNIMO	PREDOMINANTE		
OBSERVAÇÕES / INFORMAÇÕES ADICIONAIS:					
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS: (MODELO / NÚMERO DE SÉRIE):					
TPROFISSIONAL					
ASSINATURA					

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

Inspeção de Junta de Isolamento – ANEXO V

INSPEÇÃO DE JUNTA ISOLANTE				**NÚMERO:**	
				DATA:	**FOLHA:**
CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CONJUNTO ISOLANTE					
DUTO:		**TIPO: CONVENCIONAL ( ) MONOBLOCO ( )**			
MEDIÇÕES DE POTENCIAL					
LADO ISOLADO	MÁX: V		MÍN: V		PRED: V
LADO PROTEGIDO	MÁX: V		MÍN: V		PRED: V
APÓS ATERRAMENTO DO LADO ISOLADO (CASO NECESSÁRIO)					
LADO ISOLADO (aterrado):	MÁX: V		MÍN: V		PRED: V
LADO PROTEGIDO:	MÁX: V		MÍN: V		PRED: V
CONDIÇÕES FISICAS DO EQUIPAMENTO					

ITEM	**DESCRIÇÃO**	**SATISFATÓRIO**	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA
01	CARTUCHOS	( )SIM ( )NÃO	
02	ISOLAÇÃO	( )SIM ( )NÃO	
03	PINTURA	( )SIM ( )NÃO	
04	PARAFUSOS	( )SIM ( )NÃO	
05	ARRUELAS	( )SIM ( )NÃO	
06	LIMPEZA	( )SIM ( )NÃO	
07	CONTINUIDADE	( )SIM ( )NÃO	RESISTÊNCIA DE CORPO A CORPO:
08	AQUECIMENTO (monobloco)	( )SIM ( )NÃO	

OBSERVAÇÕES / INFORMAÇÕES ADICIONAIS:
INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS: (MODELO / NÚMERO DE SÉRIE):

PROFISSIONAL	
ASSINATURA	

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

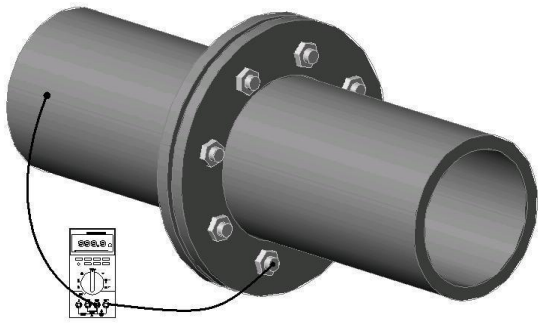
Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br

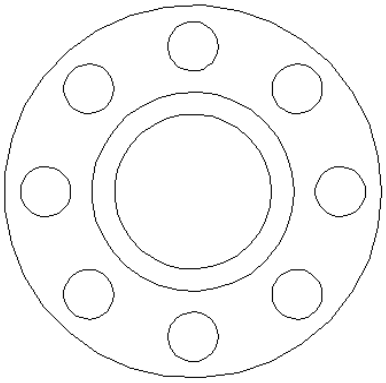
INSPEÇÃO DE JUNTA ISOLANTE	NÚMERO:	
	DATA:	FOLHA:

MEDIÇÕES DE RESISTÊNCIA

PARAFUSOS DO LADO PROTEGIDO x CORPO DO FLANGE DO LADO ISOLADO



LADO PROTEGIDO



MEDIÇÕES DA JUNTA ISOLANTE (Ω)

P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1		5		9		13		17		21		25		29	
2		6		10		14		18		22		26		30	
3		7		11		15		19		23		27		31	
4		8		12		16		20		24		28		32	

PARAFUSOS DO LADO ISOLADO x CORPO DO FLANGE DO LADO PROTEGIDO

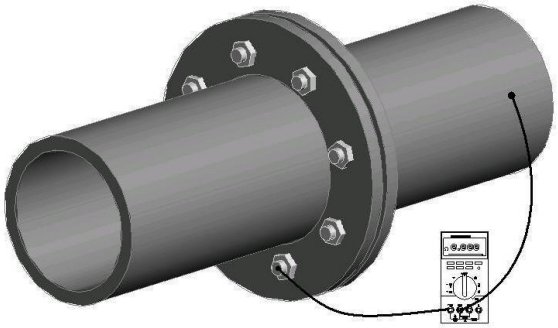
Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

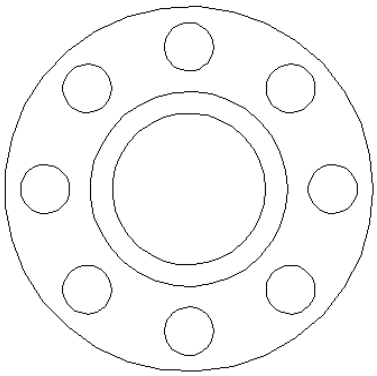
Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br



LADO ISOLADO



MEDIÇÕES DA JUNTA ISOLANTE (Ω)

P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1		5		9		13		17		21		25		29	
2		6		10		14		18		22		26		30	
3		7		11		15		19		23		27		31	
4		8		12		16		20		24		28		32	

Av. Venezuela, 27 • Sl. 412/418 • Centro • Rio de Janeiro • RJ • 20081-311

Eventos
(21) 96513-0183
eventos@abraco.org.br

Cursos
(21) 96513-0245
(21) 96513-0297
cursos@abraco.org.br

Qualificação e Certificação
(21) 96513-0147
(21) 96513-0178
qualificacao@abraco.org.br

Secretaria
(21) 96513-0049
secretaria@abraco.org.br