



## **Experiências e Testes com Materiais em Áreas de Ambientes com Agressividade Salina**

**João Maria Rodrigues de Miranda**  
**Companhia Energética do Rio Grande do**  
**Norte - COSERN**  
[Joao.rodrigues@cosern.com.br](mailto:Joao.rodrigues@cosern.com.br)

**Silvio César Farias de Oliveira**  
**Companhia Energética do Rio Grande do**  
**Norte - COSERN**  
[Silvio.oliveira@cosern.com.br](mailto:Silvio.oliveira@cosern.com.br)

### **RESUMO**

O Estado do Rio Grande do Norte é o maior produtor brasileiro de sal marinho, e possui um índice de poluição salina bastante elevado. Esta condição natural tem se constituído num desafio para a COSERN no sentido de se conseguir manter a operação de suas redes de distribuição instaladas em áreas agressivas dentro de índices aceitáveis de confiabilidade do Sistema.

Ao longo dos anos a COSERN tem se associado a vários fabricantes na tentativa de reduzir, e até eliminar, os efeitos danosos da ação do sal aos componentes de suas instalações. Também, com a mesma finalidade, tem incentivado a seus colaboradores a apresentarem soluções criativas para os problemas apresentados.

Sendo assim, várias foram as experiências realizadas no litoral do Estado com a instalação de materiais e equipamentos expostos à salinidade, visando avaliar se os produtos e soluções apresentados conseguem produzir o efeito desejado. Este trabalho tem por finalidade apresentar os resultados destas experiências e suas contribuições para a solução dos problemas causados às redes de distribuição por agressividade salina na área de concessão da COSERN.

Serão apresentados diversos produtos e soluções, informando os detalhes e resultados da realização dos testes, quais foram aprovados e adotados como padrão e quais apresentaram problemas durante a realização dos testes, impossibilitando sua adoção como solução para o sistema.

### **PALAVRAS-CHAVE**

Agressividade, Sal, Salinidade.

### **1. INTRODUÇÃO**

Com cerca de 400 Km de extensão, o litoral do Rio Grande do Norte apresenta condições bastante peculiares (ventos, correntes marinhas, condições climáticas) que lhe permitem a condição de maior produtor de sal marinho do Brasil, sendo responsável por 95% da produção nacional. Esta característica tem se tornado um desafio para a COSERN no sentido de conseguir manter suas redes de distribuição localizadas no litoral em condições de operação que permitam uma boa confiabilidade, visto que estão instaladas em um dos ambientes mais críticos para a realização de manutenção e conservação.

Grande parte das experiências realizadas por seu corpo técnico na busca de novas tecnologias e soluções para o sistema elétrico são voltadas para amenizar, e até mesmo eliminar, os efeitos do sal acumulado na superfície dos materiais e equipamentos expostos às intempéries.

A região escolhida para a realização dos testes pilotos fica localizada no norte do estado, onde se encontra a maior produção de sal e que por isso mesmo é conhecida como Costa Branca. Mais precisamente, a maior parte das experiências são realizadas no Município de Tibau, nas praias do Ceará e das Manueas.

O local foi escolhido por apresentar condições bastante críticas, pois além da salinidade presente naturalmente na atmosfera, encontramos ventos secos e constantes, temperatura elevada e pouca incidência de chuvas. Tais características fazem de Tibau nosso principal “laboratório”, já que os laboratórios oficiais, por mais bem equipados que sejam, não conseguem reproduzir as condições severas de campo ali encontradas.

## **2. PRINCIPAIS EXPERIÊNCIAS REALIZADAS**

Ao longo dos anos temos realizados vários projetos-pilotos na tentativa de melhor avaliar as soluções que nos são apresentadas pelos fabricantes de materiais e equipamentos que nos visitam, tomam conhecimento de nossos problemas e desenvolvem e apresentam, após a aprovação em testes laboratoriais, que atestem o cumprimento das normas específicas do material ou equipamento, seus produtos para realizarmos testes em campo.

A metodologia empregada nos testes é a de instalar o produto apresentado na área agressiva, expondo-o às condições já descritas, sendo registrado e acompanhado pelos técnicos que realizam a manutenção no local, com suporte da área de engenharia e normalização. Periodicamente são realizadas inspeções de rotina para uma melhor avaliação das condições do produto. O período de testes é normalmente de um ano, de forma a podermos acompanhar o desempenho do produto durante todo o ciclo climático da região. Ocasionalmente, podemos estender por mais um ano, a depender do produto em teste e das exigências que serão feitas do mesmo.

Conforme acertado com o fabricante, após o período de exposição podem ser realizados testes em laboratórios para verificar se as condições de funcionamento normais do material ou equipamento se mantêm.

Apresentamos a seguir as principais experiências desenvolvidas nos últimos anos:

### **2.1. Isoladores**

#### **2.1.1. Híbrido Pilar**

Os isoladores híbridos tipo pilar, de fabricação Raychem (hoje Tyco), foram instalados em Tibau em 1999 após relatos da Coelce que informavam ter amostras em seu litoral e que já estavam a 1 ano e 4 meses sem ocorrências e sem necessidade de lavagem.

As primeiras unidades no estado foram instaladas na praia do Ceará (figura 1), em Tibau, e com menos de 1 ano de instalação a Cosern resolveu adotá-los como padrão nos trechos de orla marítima mais agressivos, devido aos seu excelente desempenho.



**Figura 1**

Durante as inspeções pudemos constatar que o componente polimérico do isolador acumulava sal em sua superfície e até provocava o trilhamento, sem entretanto acionar os dispositivos de proteção. Outra constatação muito importante foi a de que, mesmo em ambiente de intensa agressividade salina, o isolador não requeria lavagem.

Após mais de 6 anos de uso, o isolador híbrido configura-se como solução para instalações em ambientes agressivos na área de concessão da Cosern.

#### *2.1.2. Tipo Pino Polimérico 34,5 kV*

Os isoladores poliméricos tipo pino de 34,5 kV foram confeccionados com base nos isoladores de porcelana de 34,5 kV, que utilizamos em nosso sistema em orla marítima com menor grau de agressividade.

Foram instaladas, em maio de 2003, 6 unidades em Tibau (ver figura 2), na praia do Ceará, e 21



**Figura 2**

unidades na praia do Cristovão em Areia Branca. Em outubro do mesmo ano os isoladores foram retirados devido a apresentarem descargas parciais em suas estruturas, exigindo a realização de lavagem.

Devido ao seu desempenho ter sido inferior ao isolador híbrido e também ao de porcelana multicorpo 34,5 kV, quando instalado em ambiente agressivos, sua padronização não foi recomendada.

### *2.1.3. Tipo Pilar Polimérico*

Este isolador é constituído de corpo polimérico e extremidades inferior e superior metálicas, em liga de alumínio. Foi apresentado em duas versões: 15 e 25 kV.

Recebemos 2 peças de 15 kV e 13 peças de 25 kV. Dessas, instalamos, em maio/2002, 3 na área urbana de Mossoró, em frente a uma moagem de sal e as demais foram instaladas, em janeiro/2002, nas praias do Ceará e das Manueles em Tibau. As unidades instaladas em Tibau apresentaram descarga parciais, indicando necessidade de lavagem frequente, e foram retiradas em outubro/2002. Já os isoladores instalados em frente à moagem de sal apresentaram um bom desempenho e permanecem instalados até hoje. Sua padronização não foi recomendada por possuir um desempenho inferior quando comparado ao isolador híbrido e na área de salinidade moderada seu desempenho é semelhante ao de porcelana 34,5 kV, sendo, porém, cerca de 3 vezes mais caro. Na figura 3 vemos detalhes de sua instalação em Tibau.

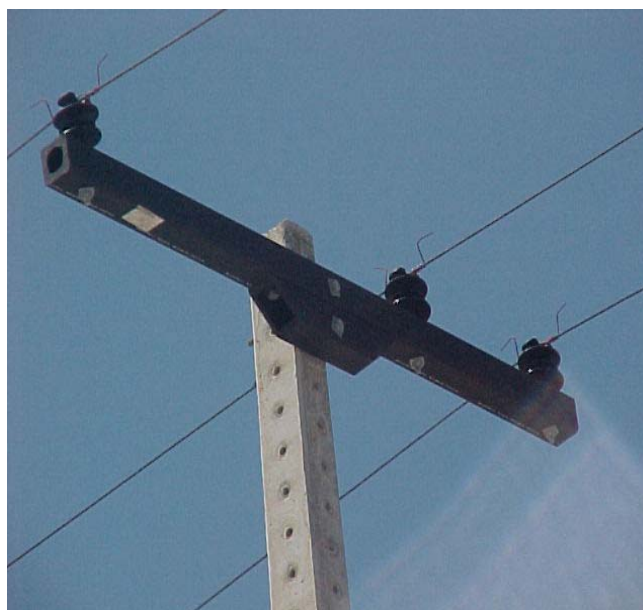


**Figura 3**

Outro inconveniente é que por possuir ferragem em alumínio o condutor de cobre, normalmente aplicado em área de agressividade salina, não pode ser fixado diretamente sobre o isolador, necessitando de um coxim polimérico, que com o tempo se desgasta e permite o contato do cabo de cobre com a extremidade superior em alumínio, provocando o desgaste prematuro deste último metal.

## **2.2. Conjunto polimérico**

Trata-se de conjunto composto de cruzeta e aparadores de cabos poliméricos. Os aparadores são fixados à cruzeta com pinos metálicos, conforme pode ser visualizado na figura 4.



**Figura 4**

Os conjuntos foram instalados em 17/11/05 e apresentaram bom desempenho desde a instalação até o mês de fev/06. Nesse mês registrou-se no dia 12 uma ocorrência no alimentador por perfuração de um aparador, provocando curto por trilhamento entre a fase “B” e o poste, desligando a chave fusível que protege o trecho. O aparador derreteu totalmente, deixando o condutor apoiado diretamente na cruzeta. O curto também provocou danos à cruzeta sem, entretanto, comprometer seu desempenho mecânico

Nova ocorrência no dia 22/03, semelhante à primeira, envolvendo um aparador instalado na fase “B” de um dos conjuntos provocou desligamento da chave fusível que protege o trecho. Sem haver dano visual, os eletricitistas tentavam fechar a chave fusível quando perceberam que havia “fogo” no aparador com defeito, que não chegou a derreter, mas estava perfurando e novamente fechou curto entre a fase “B” e o poste. Foi retirado as duas cruzetas que sofreram ocorrência e todos os aparadores, sendo os mesmos substituídos por isoladores híbridos. Permanecem em teste 6 cruzetas, montadas com isoladores híbridos.

O fabricante recolheu o material danificado para avaliação em laboratório e posterior emissão de relatório.

## **2.3. Chaves fusíveis**

### **2.3.1. Chave polimérica 15 kV – Indel**

Chave confeccionada com isolamento polimérico. Foram instaladas 3 unidades na praia do Ceará em Tibau no dia 26/02/2004.

As chaves ainda encontram-se instaladas (ver figura 5) e durante todo esse período só foi realizada uma única lavagem programada pela manutenção, no dia 05/01/2005. Apresentam-se em boas

condições e solicitamos a sua retirada para encaminhar ao fabricante para testes em laboratórios. Considerando o bom desempenho devemos encaminhá-la para padronização.



**Figura 5**

#### *2.3.2. Chave porcelana 25 kV – Indel*

O diferencial destas chaves está nas ferragens que são em aço inox. Seu isolamento é em porcelana e adotamos a de 25 kV para fazer testes devido a maior distância de escoamento.

Espera-se que com as ferragens em aço inox, a chave tenha uma durabilidade maior. Também está sendo avaliada a resistência da interface da ferragem com a porcelana no ponto de sustentação. Nas chaves convencionais ocorre o desprendimento do material que fixa a ferragem à porcelana, acelerada pela ocorrência de correntes de fuga que surgem com o acúmulo de sal nessa região.

Instaladas na mesma época das chaves poliméricas, as chaves apresentam bom desempenho até o momento e também serão retiradas para avaliação em campo

#### *2.3.3. Chave polimérica 15 kV – Delmar*

Chave confeccionada com isolamento polimérico. Foram instaladas 3 unidades na praia das Manuelas, em Tibau, no dia 28/06/2005.

Até o presente não há nenhum registro de ocorrências. Porém, o tempo de avaliação ainda é insuficiente para qualquer conclusão.

#### *2.3.4. Padrão de Montagem de Chaves Fusíveis na Cosern*

Fruto de experiência do pessoal da manutenção da área de Mossoró, responsável também por Tibau, a Cosern adotou um padrão alternativo de montagem de chave fusível em locais de alto índice de agressividade salina: trata-se da aplicação de um isolador de vidro, tipo disco, na fixação da chave à cruzeta de concreto, conforme figura 6.



**Figura 6**

Esse padrão de montagem aumenta a distância de escoamento do conjunto chave-isolador, permitindo um intervalo maior entre as lavagens periódicas para retirada do sal acumulado nos componentes da estrutura.

#### ***2.4. Cabos condutores***

Com a padronização dos cabos multiplexados acreditava-se que estes também poderiam ser utilizados em áreas de salinidade agressiva e Tibau foi o primeiro município com praia que teve cabos multiplexados em alumínio instalados em seu sistema de distribuição. Com cerca de 1 ano passamos a ter problemas em alguns trechos, com condutores partindo no ponto de flecha máxima do vão. Após observações verificamos que algumas falhas na isolação de conexões, ou até mesmo do próprio condutor devido a cortes na isolação durante a construção, permitiam o acesso de umidade no cabo que, juntamente com a salinidade existente naturalmente na atmosfera do lugar, caminhavam até o ponto de flecha máxima e ali se concentravam, provocando o desgaste do condutor de alumínio até o seu rompimento e queda do cabo. Tivemos alguns relatos de trechos que ficavam sem energia sem que houvesse a queda do cabo, mas que depois constatava-se que o condutor havia se partido internamente, já que a queda só acontecia quando era o neutro, que também tem função mecânica, que se partia.

Como solução testamos a aplicação de cabos multiplexados em cobre nos trechos mais atingidos, geralmente à beira-mar. Nos primeiros testes, o problema voltou a se repetir e também tivemos cabo partido, mas verificamos que o condutor fornecido tinha falhas na sua isolação. Após contato com o fabricante, o problema da isolação foi resolvido e instalamos novamente o cabo multiplexado de cobre e não tivemos mais registros de ocorrências no local.

Com o sucesso dos testes em Tibau a Cosern adotou os condutores multiplexados em cobre como padrão para aplicação em áreas de agressividade salina, inclusive nos ramais de ligação de clientes trifásicos, que antes utilizavam o cabo de alumínio.

## 2.5. Trafos de Distribuição

### 2.5.1. Pintura

Os trafos instalados na orla marítima sofrem problemas de oxidação que exigem sua substituição a cada 03 anos, encarecendo bastante a manutenção. Após a privatização da Cosern, tomamos conhecimento que a Coelba havia conseguido padronizar um esquema de pintura que era mais resistente em ambientes agressivo. Logo adotamos este esquema como padrão e temos conseguido bons resultados, pois o tempo de vida de um trafo exposto a salinidade hoje é de até 10 anos.

O esquema de pintura adotado, conforme nossa especificação técnica é o seguinte:

Procedimentos de pré-tratamento da superfície para pintura:

- a) Limpar a superfície com ar comprimido isento de água e de óleo;
- b) Inspeção da superfície a ser pintada, antes da aplicação da tinta de fundo, quanto à presença de corrosão, graxa, umidade e outros materiais estranhos. Se for constatada a presença de óleo ou graxa, limpar a superfície com xilol;
- c) Pintura de toda a superfície preparada, com a tinta de fundo, na mesma jornada;
- d) Aplicação de uma camada de tinta, antes de cada demão normal, em regiões de solda, frestas e outras de difícil acesso;
- e) Espera do tempo de repintagem, recomendado pelo fabricante da tinta ou, na ausência desta informação, espera de um tempo mínimo de 12 horas e máximo de 24 horas. No caso do tempo máximo de repintagem ser ultrapassado, lixar a camada de tinta existente antes da aplicação da demão seguinte;
- f) Vedação das eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;
- g) Não aplicação de tinta se a temperatura ambiente for inferior a 5°C ou superior a 50°C;
- h) Não aplicação de tinta em tempo de chuva, nevoeiro ou quando a umidade do ar for superior a 85%.

#### Pintura Externa

A superfície deve ser preparada, conforme indicada acima. A espessura mínima final da película seca deve ser de 220 µm. O processo de pintura deve ser, conforme indicado a seguir:

- a) Uma demão de epóxi, rico em zinco, com espessura mínima final da película seca de 80 µm;
- b) Uma demão intermediária de epóxi óxido de ferro micáceo, espessura mínima da película seca de 60 µm;
- c) Uma demão de acabamento, poliuretano acrílico alifático com espessura mínima da película seca de 80 µm, na cor cinza claro notação Munsell N 6.5, semibrilho.

### 2.5.2. Bucha primária

Assim como os isoladores, as buchas primárias dos trafos de distribuição também sofrem falhas de isolamento devido ao acúmulo de sal em sua superfície. Uma das alternativas para minimizar o efeito da salinidade, de forma a aumentar a periodicidade das lavagens, padronizamos que todos os trafos devem ser fornecidos com buchas de 25 kV e distância de escoamento mínima de 450 mm.

Também foram testadas algumas soluções na tentativa de eliminar a necessidade de lavagem. A principal delas foi a aplicação de tubos poliméricos sobre a porcelana da bucha de forma a causar um efeito semelhante ao isolador híbrido, conforme figura 7.





**Figura 7**

A aplicação dos polímeros suportou apenas 6 meses de salinidade e começou a apresentar correntes de fuga, tendo que ser retirados e exigindo a lavagem dos trafos. Atualmente não temos alternativa para as buchas primárias e estamos realizando lavagens periódicas para reduzir danos ao sistema.

### **3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

As condições particulares existentes no litoral do Rio Grande do Norte não nos permitem confiar plenamente nos resultados dos ensaios realizados em laboratório para aprovação de materiais e equipamentos que serão aplicados em redes de distribuição em áreas de ambientes agressivos. Por esta razão, a realização de testes em campo é imprescindível para atestar se o produto terá o desempenho esperado para a condição agressiva a que será submetido ou se o seu programa de manutenção irá requerer lavagens periódicas.

Os testes realizados na área de Tibau são muito importantes para se definir o perfil do material aplicado, qual a sua resistência à salinidade e se pode ser instalados em outras áreas. Costumamos dizer que se o material for aprovado em Tibau, pode ser aplicado em qualquer outra condição agressiva, pois consideramos as lá existentes como as mais críticas.

A COSERN está sempre aberta à realização de novos testes em materiais e equipamentos que possam minimizar os efeitos da agressividade do sal em suas instalações e disposta a realizar parcerias com fabricantes que estejam desenvolvendo soluções para ambientes agressivos.

### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1 COSERN; ETD.00.01 – Especificação de Transformadores da Distribuição. 3ª ed., mar/2004.