

Pesquisa de Tipos de Isoladores Adequados às Condições Ambientais do Espírito Santo

Darcy Ramalho de Mello, CEPEL e Ilcely Marins Coutinho, ESCELSA

RESUMO

Este documento apresenta os resultados obtidos na seleção de isoladores mais adequado para cada região do Espírito Santo atendida pelo ESCELSA, após o monitoramento do grau de poluição em linhas de transmissão e subestações através de estações piloto implantadas pela ESCELSA e da avaliação laboratorial dos isoladores utilizados pela ESCELSA, face os níveis de poluição medidos.

PALAVRAS-CHAVE

Isolador, poluição.

I. INTRODUÇÃO

Foi constatado, durante longos períodos de observação de todos os tipos de isoladores instalados ao tempo (de suspensão, pedestal, suporte, etc), que a poeira comum que se acumula sobre os isoladores, embora podendo diminuir a tensão de ruptura, não tem causado sérios problemas e como não adere à superfície do isolador, é facilmente removida pela chuva.

No entanto, quando os isoladores estão instalados próximo à região costeira (deve-se observar o regime de ventos pois os mesmos podem levar poluentes de origem marinha para o interior do continente) ou próximo a setores que, devido ao próprio processo industrial, liberam no ar agentes poluentes dos mais variados, a sua capacidade de isolamento pode ficar comprometida.

O acúmulo de poluentes sobre a superfície dos isoladores propicia a formação de uma camada constituída por substâncias que, diluídas em água decorrente de condensação na superfície dos isoladores, produzem soluções condutoras, favorecendo o aparecimento de correntes de fuga. A rigidez dielétrica superficial, nestes casos, reduz-se drasticamente, podendo ocorrer ou centelhamento e conseqüentemente falhas no sistema elétrico ou então a queima da cruzeta ressecada pela estiagem. A longo prazo, esta corrente de fuga pode vir a causar corrosão nos pinos dos isoladores como descrito em diversos artigos [1,2,3]. Alguns problemas relatados pela ESCELSA podem ser vistos na figura 1.

Darcy Ramalho de Mello, engenheiro electricista, MSc, trabalha no CEPEL (e-mail: darcy@cepel.br).

Ilcely Coutinho, engenheiro electricista, trabalha na ESCELSA (e-mail: imc@escelsa.com.br).

Basicamente, o dimensionamento do isolamento para localidades poluídas é realizado em duas etapas:

- Levantamento do grau de contaminação da localidade;
- Determinação das características de suportabilidade à poluição dos diversos tipos de isoladores adotados pela ESCELSA, através de ensaios em laboratório.



(a) – queima de cruzeta



(b) – corrosão em ferragens



(c) – Danos em isoladores por descarga após 3 dias de névoa

FIGURA 1. Problemas devido à poluição.

II. COLETA DA POLUIÇÃO

A. Estações de coleta

Foram instaladas pela ESCELSA, em 12 locais por ela selecionados, 12 cadeias energizadas com 15 kV, na posição vertical, compostas por 3 isoladores de disco de vidro temperado de fabricação Electrovidro.

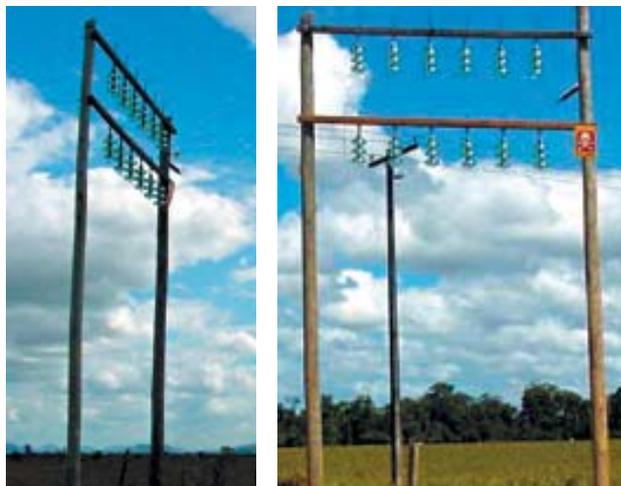
As fotos de algumas das estruturas montadas no campo podem ser vistas na figura 2 e as distâncias para o mar podem ser vistas na tabela 1.

B. Procedimentos gerais de coleta de poluição

Para otimizar e normalizar a coleta da poluição as seguintes diretrizes básicas devem ser seguidas:

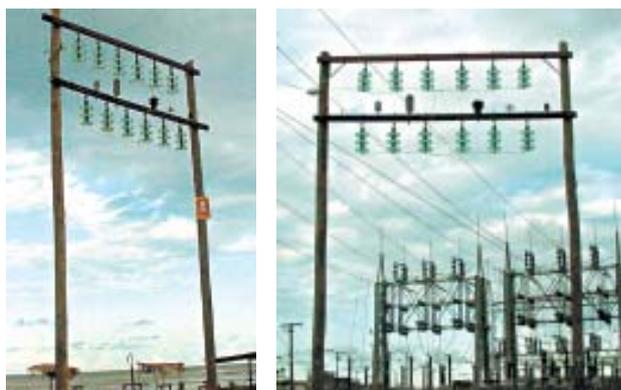
- a) não fazer a coleta sob chuva;
- b) os isoladores deverão estar naturalmente secos;
- c) utilizar, somente, água destilada;
- d) preparar, com antecedência, todos os materiais envolvidos na coleta, lavando-os previamente com água destilada e organizando-os em uma bancada;

- e) a coleta deve ser realizada uma vez por mês, considerando-se para a identificação dos isoladores, a numeração no sentido da alimentação para o terra;
- f) a poluição deve ser captada no topo e no fundo dos isoladores de disco, separadamente (como pode ser visto na figura 3), utilizando-se do guincho do caminhão de manutenção, conforme metodologia desenvolvida pela ESCELSA (ver figura 4)



a) - Linhares - Bananal

b) - Linhares 07



c) - Carapebus

d) - Carapina



e) - Itaparica

f) - Maroba

FIGURA 2. Fotos de algumas estações de coleta.



FIGURA 3. Identificação das partes do isolador de disco.

TABELA 1

Distância para o mar das estações de coleta

Estação	Distância
Conceição da Barra	100 m do mar
Linhares Bananal	46,1 km do mar
Linhares 07	29,4 km do mar
Jacaraípe	1,8 km do mar
Carapebus	100 m do mar
Carapina	7,6 km do mar
Itaparica	100 m do mar
Ibes	1,9 km do mar
Ceasa	13 km do mar
Itapemirim - Marataízes	1,7 km do mar
Cachoeiro de Itapemirim	35 km do mar
Maroba	100 m do mar



FIGURA 4. Metodologia de coleta desenvolvida pela ESCELSA.

C. Medição do grau de poluição

A tabela 2 [4] indica os níveis de poluição que foram utilizados para classificar cada período mensal de coleta de poluentes.

TABELA 2

Níveis de poluição

Níveis de poluição	DDSE (mg / cm ²)
Insignificante	< 0,015
Muito Fraco	0,015 A 0,03
Fraco	0,03 A 0,06
Moderado	0,06 A 0,12
Forte	0,12 A 0,24
Muito Forte	0,24 A 0,48
Excepcional	³ 0,48

III. RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS NOS LABORATÓRIOS DO CEPTEL

Esta etapa visa verificar a capacidade dos isoladores fornecidos pela ESCELSA de suportar as solicitações impostas por um nível elevado de poluição.

Cada isolador foi submetida ao pré - condicionamento antes do ensaio, conforme a norma NBR 10621 [5]. A

salinidade inicialmente empregada foi de 80 kg/m³. Este valor foi selecionado por ser o valor máximo de uma poluição muito forte, nível máximo verificado nas coletas.

O ensaio foi realizado na tensão nominal de cada isolador utilizando-se do método da névoa salina [5]. Por norma, cada isolador deve suportar 3 aplicações de tensão durante um intervalo de tempo de 60 minutos. Se houver uma descarga, uma aplicação adicional será realizada e não poderá ocorrer mais nenhuma descarga. Caso o isolador não suporte esta salinidade, a mesma será reduzida e o ensaio repetido. Esse procedimento de redução continuará até que o isolador seja aprovado no ensaio. Neste caso, o valor de salinidade utilizado será considerado como o valor de salinidade máxima suportado pelo isolador.

Os seguintes isoladores foram ensaiados:

- a) Isolador pilar de porcelana para 15 kV;
- b) Isolador pilar de porcelana para 34,5 kV;
- c) Isolador pilar de porcelana para 69 kV;
- d) Isolador bastão polimérico para 15 kV;
- e) Isolador bastão polimérico para 34,5 kV;
- f) Isolador bastão polimérico para 69 kV;
- g) Cadeia com 5 isoladores de disco de vidro temperado para 69 kV;
- h) Isolador de pino de vidro temperado para 15 kV;
- i) Isolador de pino de porcelana para 34,5 kV;
- j) Isolador de pino de porcelana para 69 kV;
- k) Isolador pilar híbrido (núcleo de porcelana e revestimento polimérico) para 15 kV;
- l) Isolador suporte de vidro temperado para 138 kV.

As fotos dos isoladores podem ser vistas nas figuras 5 e 6 e os resultados dos ensaios de poluição na tabela 3

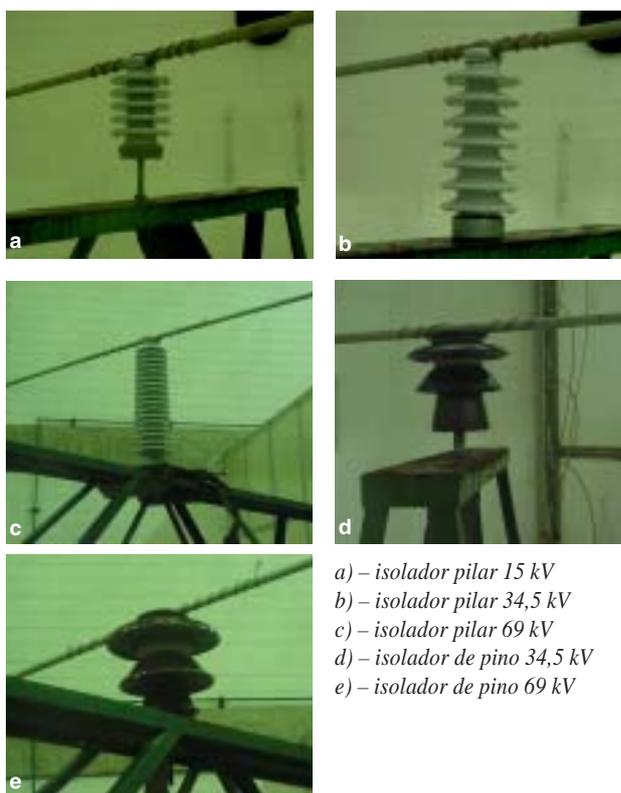


FIGURA 5. Isoladores de porcelana ensaiados no CEPEL

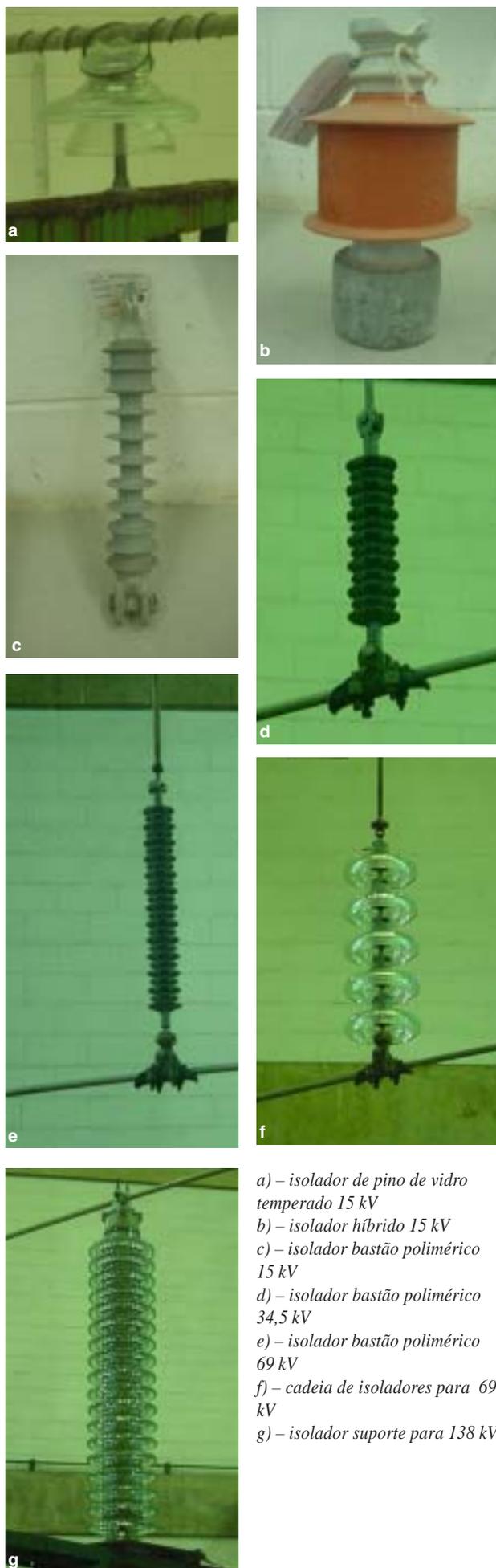


FIGURA 6. Isoladores poliméricos e de vidro temperado ensaiados no CEPEL

TABELA 3

Resultados do ensaio de poluição

Tipo de isolador	Salinidade (g/l)	Duração da aplicação da tensão (min)			
		Aplicação 1	Aplicação 2	Aplicação 3	Aplicação 4
a	80	60	60	60	-
b	80	33:40	38:30	-	-
	56	60	60	60	-
c	80	60	60	60	-
d	80	60	60	60	-
e	80	60	60	60	-
f	80	60	60	60	-
g	80	60	60	60	-
h	80	60	60	60	-
i	80	3:00	1:00	-	-
	56	2:52	5:30	-	-
	40	5:50	5:48	-	-
	28	5:09	22:05	-	-
	21	13:00	60:00	10:00	-
	14	60:00	60:00	28:00	13:00
	7	60:00	60:00	60:00	-
j	80	3:06	0:35	-	-
	56	3:00	3:45	-	-
	40	8:29	7:32	-	-
	28	3:30	12:00	-	-
	21	6:24	23:20	-	-
	14	60:00	38:00	10:00	-
	7	60:00	60:00	60:00	-
k	80	60	45	60	15
	56	60	60	60	-
l	80	60	60	60	-

IV. RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES DA POLUIÇÃO NO CAMPO

Para melhor avaliar os resultados obtidos, foram traçados diversos gráficos, abrangendo todo o período de medição, conforme as seguintes avaliações:

- Comparação da poluição total (poluição do topo + poluição do fundo) dos isoladores de disco;
- Análise do material coletado para identificação dos poluentes.

Como foram realizadas medições em mais de um isolador por estação, numa mesma data de coleta, será considerado o maior valor da densidade de sal equivalente (DDSE) obtido para comparar com os valores de classificação da poluição mostrados na tabela 2. Os resultados serão apresentados nas figuras 6 a 9, considerando a distância do mar das estações de coleta. A identificação dos poluentes no material coletado pode ser vista na tabela 4.

TABELA 4

Análise dos poluentes

Análise do material coletado após 6 meses

Estação de coleta	Elementos majoritários
Conceição da Barra, Linhares – Bananal, Linhares 07, Jacaraípe, Carapebus, Carapina, Ibes, Ceasa, Itapemirim – Marataízes e Maroba	Alumínio, Ferro e Silício
Itaparica e Cachoeiro do Itapemirim	Cálcio, Ferro e Silício

Análise do material coletado após 14 meses

Conceição da Barra, Linhares – Bananal, Linhares 07, Jacaraípe, Carapebus, Carapina, Ibes, Ceasa, Itapemirim – Marataízes, Itaparica e Maroba	Alumínio, Ferro e Silício
Conceição da Barra	Zinco, Ferro e Silício
Cachoeiro do Itapemirim	Cálcio, Ferro e Silício

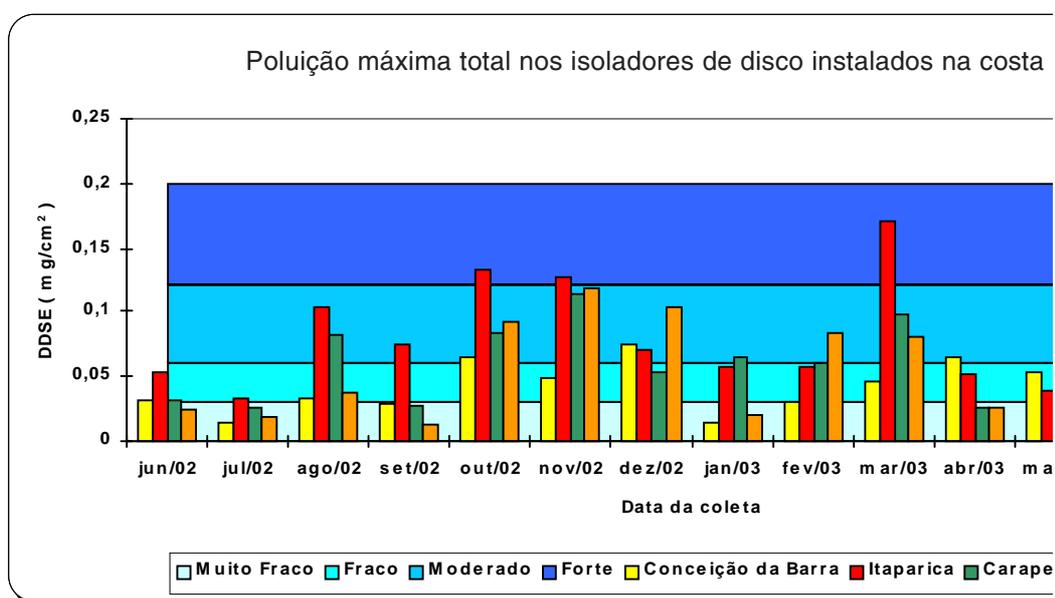


FIGURA 6 – Resultado da coleta nas estações situadas na costa

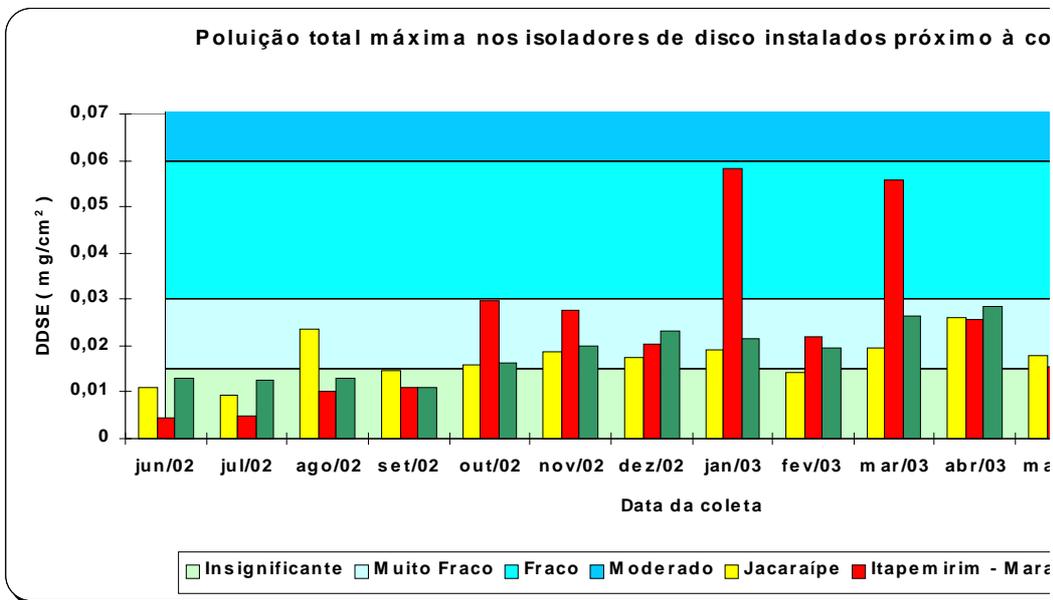


FIGURA 7 – Resultado da coleta nas estações situadas próximo à costa

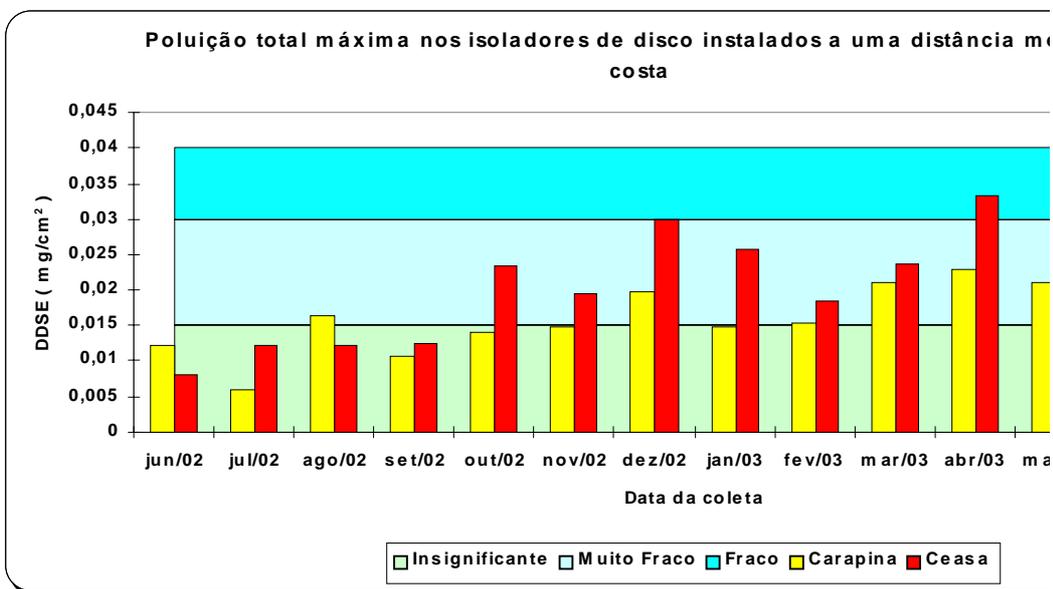


FIGURA 8 – Resultado da coleta nas estações situadas a uma distância média da costa

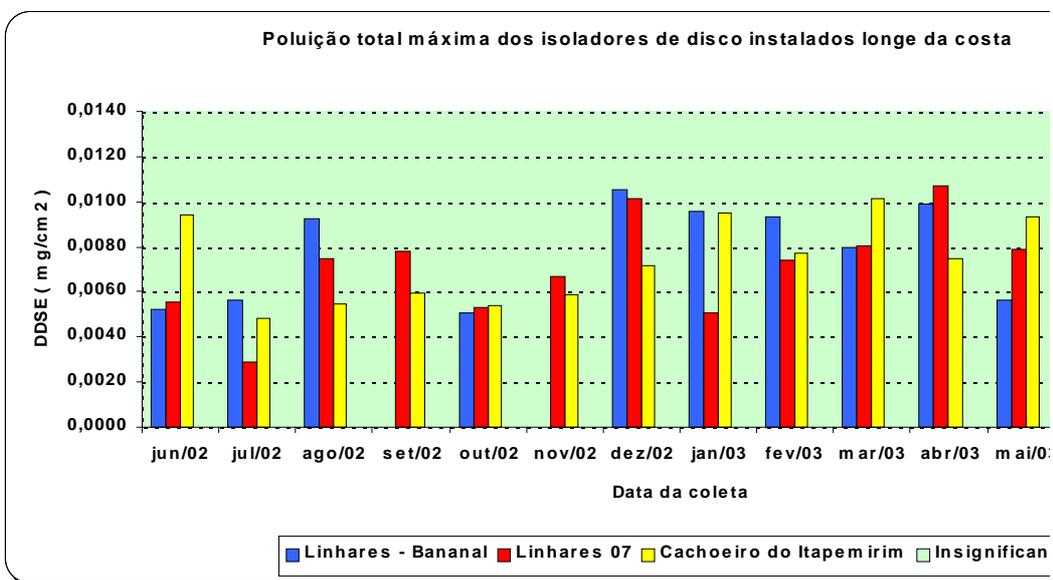


FIGURA 9 – Resultado da coleta nas estações situadas longe

V. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Os valores medidos do nível de poluição somente são preocupantes na estação de Itaparica, em alguns meses do ano, porque foi atingido o nível pesado, nível este que exige além do dimensionamento adequado de isoladores para esta região, cuidados para a execução de lavagem dos isoladores. Nas demais regiões basta a seleção adequada dos isoladores.

A análise dos resultados das coletas com os resultados dos ensaios realizados permitiu concluir que:

- não é indicado o uso de isoladores de pino de porcelana de qualquer valor de tensão em qualquer das regiões onde houve a coleta da poluição, exceto nas estações de Linhares – Bananal, Linhares 07 e Cachoeiro de Itapemirim onde a coleta indicou um nível de poluição insignificante;
- isolador pilar de porcelana para 15 kV e os isoladores bastão poliméricos podem trabalhar em qualquer região costeira pois estão projetados para um nível de poluição muito forte a excepcional;
- o isolador pino de vidro temperado, o isolador pilar para 69 kV e a coluna de isoladores de vidro temperado para 138 kV estão projetados para um nível de poluição forte a muito forte de modo que atendem a qualquer região costeira;
- o isolador pilar para 34,5 kV e o isolador híbrido, caso sejam instalados em regiões costeiras, necessitarão de inspeções periódicas pois estão projetados para um nível de poluição de moderado para forte.

É aconselhável continuar a coleta de poluição por mais um ano de modo a verificar se as condições climáticas envolvidas no depósito do poluente sobre os isoladores (vento, chuva, etc) não foram atípicas, o que mascararia os resultados obtidos

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Danilo Dutra de Rezende, “Poluição de isoladores em subestações,” Revista Mundo Elétrico, pp. 60 – 63, agosto/1982.
- [2] A. G. Kanashiro, G. F. Burani e I. R. Nascimento, “Avaliação dos efeitos da poluição em linhas de transmissão situadas em região industrial,” apresentado no VI ERLAC, artigo 22.03, 1995.
- [3] Darcy R. de Mello, Raimundo Tarcísio D. Costa Jr, José Távora Batista e Marcony E. Melo., “Avaliação do grau de poluição em instalações de transmissão, subestações e distribuição,” apresentado no I Citenel, Brasília, 2001.
- [4] Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions, IEC Standard 60815, 1986.
- [5] Isoladores - Ensaio sob poluição artificial. Método de ensaio, norma NBR número 10621, 1990.