



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GLT/05

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO 3 - GLT

GRUPO DE ESTUDO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO - GLT

**AValiação TÉCNICA REALIZADA EM ISOLADORES DE VIDRO TEMPERADO COM ALTA RESISTIVIDADE
RETIRADOS DE OPERAÇÃO DA PRIMEIRA LT HVDC NO BRASIL**

**Luiz Fernando P. Ferreira (*)
ELECTROVIDRO**

**Roberto P. da S. P. Junior
FURNAS**

**Marcos T. Varricchio
ELECTROVIDRO**

**Sylvia G. Carvalho
FURNAS**

RESUMO

O artigo apresenta a avaliação técnica realizada dos primeiros isoladores instalados em linhas de transmissão em corrente contínua no Brasil. Os isoladores se encontravam em funcionamento há cerca de 30 anos.

Esta avaliação compreendeu verificações físicas e realização de ensaios elétricos, mecânicos, com objetivo de determinar o comportamento dos isoladores após tantos anos em operação.

Os resultados destes ensaios podem ser utilizados como base de exigências de desempenho dos isoladores para as novas linhas de transmissão em corrente contínua que estão sendo construídas no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE

Isolador, Corrente contínua, Linha de Transmissão, Ensaios, Alta Resistividade.

1.0 - INTRODUÇÃO

Pela primeira vez foi realizada avaliação técnica dos isoladores de vidro temperado de alta resistividade para linhas de transmissão em corrente contínua instalados nas LT's ± 600 kV_{cc} Foz do Iguaçu – Ibiúna, de Furnas, que transmite a energia gerada pela usina de Itaipu para o Sudeste do Brasil.

Estas foram as primeiras linhas de transmissão em corrente contínua construídas no Brasil. Os isoladores utilizados na avaliação estavam em operação há cerca de 30 anos.

Esta avaliação, até então não usual no Brasil, incluiu, além da verificação física dos isoladores, a realização de ensaios elétricos e mecânicos, visando a avaliar o comportamento dos isoladores após tantos anos de uso em linha de transmissão de corrente contínua. Dentre os ensaios realizados, foram avaliadas as características:

- Visual;
- Grau de poluição;
- Galvanização e aderência da luva de zinco ao pino;
- Envelhecimento do dielétrico;
- Envelhecimento mecânico;
- Desempenho elétrico do dielétrico.

Todos os ensaios foram realizados em atendimento às normas internacionais vigentes, principalmente à norma para isoladores de vidro temperado para corrente contínua: IEC 61325 edição de 1995 [6].

(*) Av. Marechal Câmara, n° 160 – sala 1815 – CEP 20020-080 Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2624-9500 – Fax: (+55 21) 2624-9500 – Email: luiz.ferreira@sediver.com

Para verificar o estado dos isoladores retirados de linha após longo período de operação, os ensaios foram realizados utilizando-se rigor e critérios de avaliação superiores aos estabelecidos pela norma mencionada. Adicionalmente, é importante considerar que as normas internacionais foram elaboradas para avaliar isoladores novos.

Praticamente 30 anos após o início da operação da LT ± 600 kV_{cc} Foz do Iguaçu - Ibiúna, em 2013, duas outras linhas de transmissão importantes para o país entram em operação: LT ± 600 kV_{cc} Madeira – Araraquara bipolo 1 e 2.

Nesse espaço de tempo, as empresas brasileiras de Energia foram obrigadas a “recuperar o know-how” relativo à elaboração de especificações técnicas e premissas para a definição dos isoladores que serão adquiridos nas futuras linhas de transmissão operadas em corrente contínua no país e que farão parte do sistema interligado nacional.

No entanto, referente a características e desempenho dos isoladores utilizados em linhas de transmissão em corrente contínua durante anos em operação, o know-how só foi desenvolvido a partir da produção deste trabalho.

Com a retomada da construção de linhas de transmissão em corrente contínua e a previsão de novas construções no futuro, principalmente das que objetivam escoar a energia elétrica produzida no norte do Brasil para as demais regiões, tornou-se imprescindível aprofundar o conhecimento sobre o comportamento dos isoladores para tal aplicação ao longo do tempo de operação e não tão somente no início da vida dos isoladores, visando, principalmente a segurança e a confiabilidade da linha de transmissão a longo prazo e, conseqüentemente, evitando os descontos de receita por parcelas variáveis.

As linhas de transmissão em corrente contínua possuem grandes extensões, pois a viabilidade de construção desse tipo de linha só é justificada nesta condição. Os descontos de receita por parcelas variáveis dessas linhas são de elevado valor, logo, o bom funcionamento e a alta confiabilidade da LT durante 30 anos de concessão evitarão indisponibilidades da linha e custos adicionais.

Os resultados dos ensaios e avaliações deste trabalho podem e devem ser utilizados como subsídio para a elaboração e/ou revisão de normas e especificações técnicas que determinem padrões de comportamento e requisitos técnicos mínimos exigíveis para assegurar o bom funcionamento de isoladores para uso em corrente contínua até o final do período de concessão, mesmo após muitos anos de operação.

2.0 - CARACTERÍSTICAS DOS ISOLADORES E DAS CADEIAS

Foram retiradas quatro cadeias de isoladores “I” simples, Figura1, do segundo bipolo da LT Itaipu ± 600 kV_{cc} polaridade positiva e negativa.

Os isoladores, Figura 2, foram retirados de trechos da LT próximos às subestações de Ibiúna-SP e Itaberá-SP. Esta região é caracterizada por clima tropical e, teoricamente, por nível de poluição entre médio e pesado.



FIGURA 1 – Fotos da LT e da cadeia “I”.

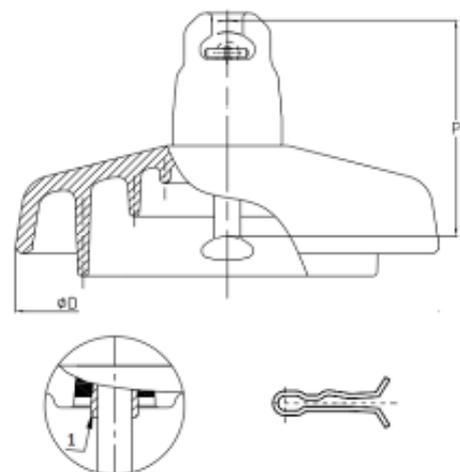


FIGURA 2 – Desenho do isolador.

Algumas características técnicas dos isoladores e das cadeias são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 - Características técnicas do isolador e da cadeia de isoladores

Situação	Carga mecânica do isolador	Unid	160 kN	
Isolador unitário	Modelo isolador	-	F160P/170DC	
	Característica do dielétrico	-	Vidro com alta resistividade	
	Tipo de acoplamento – IEC 60120	-	20	
	Proteção do pino	-	Luva de Zn com aderência metalúrgica	
	Proteção da campânula	-	Não apresenta colar de Zn	
	Diâmetro nominal do disco (D)	Mm	330	
	Passo (P)	Mm	170	
	Distância de escoamento nominal mínima	Mm	545	
	Área do dielétrico	Área superior	cm ²	1.220
		Área inferior	cm ²	2.408
	Suportável a seco, mantida p/ 1 minuto pol. (+/-)	kV _{CC}	90	
	Suportável sob chuva, mantida p/ 1 minuto pol; (+/-)	kV _{CC}	55	
	Tensão suportável de impulso atmosférico	Kv	140	
	Tensão suportável de perfuração (SF ₆)	kV _{CC}	225	
	Peso aprox. do isolador	Kg	8,9	
Impacto	Nm	45		
Cadeia de isoladores	Número de subcondutores por fase	-	4	
	Quantidades de isoladores por cadeia "I"	-	32	
	Passo	Mm	5.540	
	Distância de escoamento específica	mm/kV _{CC}	27,6	
	Possui anéis de distribuição de potencial	-	Não	

2.1 Característica dos dielétricos dos isoladores para corrente contínua

A LT em corrente contínua apresenta o campo elétrico unidirecional que é a principal fonte de efeitos iônicos nos dielétricos dos isoladores. Com o resultado da migração iônica e do efeito de estresse específico associado a este fenômeno, o dielétrico do isolador para aplicação em corrente contínua requer formulação especial.

A principal característica desse dielétrico é a alta resistência ôhmica, que tem como objetivo estabilizar o fenômeno da migração iônica.

O vidro para corrente contínua apresenta uma resistência ôhmica a 20°C cem vezes superior à do vidro utilizado em corrente alternada. Atualmente, as especificações técnicas das novas linhas de transmissão em corrente contínua exigem que a resistência ôhmica do dielétrico à temperatura de 120°C seja $\geq 2,9G\Omega$.

A norma IEC 61325 [6] descreve em detalhe a metodologia e os critérios dos ensaios de acumulação iônica e avalanche térmica que verificam o fenômeno da migração iônica.

3.0 - RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

Nesta seção são apresentados os principais ensaios realizados e seus resultados.

Com exceção do ensaio de medição do nível de poluição, todos os demais ensaios apresentados na Tabela 2 foram realizados com os isoladores limpos, conforme procedimento definido pelas normas pertinentes.

TABELA 2 – Ensaios Relevantes

Características Verificadas	Ensaio	Norma
Grau de poluição	Medição do nível de poluição	IEC 60815-2
Envelhecimento do dielétrico	Avalanche térmica e Acumulação iônica	IEC 61325
Galvanização	Medição camada Zn e aderência da luva de Zn	IEC 61325
	Aderência da galvanização	ABNT NBR 7398
Envelhecimento mecânico	Resistência mecânica residual	IEC 61325
	Termomecânico	
	Impacto	ANSI C29. 2B
Desempenho elétrico do dielétrico	Ensaio de tensão de radiointerferência (TRI)	IEC 60437
	Frente de onda após termomecânico	Especificação XRTE [10]
	Impulso atmosférico	IEC 61325
	Ensaio de tensão suportável sob chuva em CC	IEC 61325
	Ensaio de perfuração em SF ₆	IEC 61325

3.1 Verificação do grau de poluição

Foram analisadas duas cadeias, sendo testados três isoladores de cada cadeia localizados a partir do lado fase nas 3^a, 14^a e 28^a posições. O ensaio foi realizado conforme a norma de poluição IEC 60815-1 [3], onde foram verificados o equivalente do depósito de sal (ESDD – Equivalent Salt Deposit Density – IEC 60815-1 [3]) e o depósito não solúvel (NSDD – Non Soluble Deposit Density - IEC 60815-1 [3]).

TABELA 3 – Resumo do Nível de Poluição

Posição	Cadeia 1							Nível Total	CUR	
	Topo (parte superior)			Fundo (parte inferior)						
	ESDD	NSDD	Nível	ESDD	NSDD	Nível				
3°	0,012	0,09	Leve	0,103	1,57	Pesado	Pesado	8,5		
14°	0,003	0,05	Muito Leve	0,029	1,02	Pesado	Médio	9,6		
28°	0,004	0,04	Muito Leve	0,110	1,52	Pesado	Pesado	27		
Posição	Cadeia 2							Nível Total	CUR	
3°	0,004	0,11	Muito Leve	0,077	2,58	Pesado	Pesado			19
14°	0,002	0,09	Muito Leve	0,044	2,65	Pesado	Pesado			22
28°	0,003	0,09	Muito Leve	0,036	2,27	Pesado	Médio	12		

Ao encontro da expectativa de FURNAS, os valores encontrados para os níveis de poluição caracterizam a região entre médio e pesado.

Os valores da relação CUR (Contamination Uniformity Ratio – IEC 60815-4 [5]) encontrados maior que 8,5 caracterizam poluição não uniforme no isolador, onde os resultados do topo indicam que na região há uma lavagem natural eficiente (pela chuva).

3.2 Acumulação iônica e avalanche térmica

Estes ensaios têm como objetivo verificar o comportamento do dielétrico sob os efeitos da migração iônica.

3.2.1 Acumulação iônica

Para a realização do ensaio de acumulação iônica, foram utilizados 60 isoladores: 10 isoladores como pré-ensaio para a medição da Resistência ôhmica e 50 isoladores para o ensaio de acumulação migração iônico em si, conforme previsto na IEC 61325 [6].

Após a determinação da resistência do dielétrico (Figura 3), foi calculada a condição de Q_{50} e realizado o ensaio de acumulação iônica, conforme montagem apresentada na Figura 4.



FIGURA 3 - Ensaio de medição do dielétrico



FIGURA 4 – Montagem acumulação iônica

A Tabela 4 apresenta os valores médios da medição da resistência dos dielétricos nos 10 isoladores testados e o cálculo da carga Q_{50} adotada no ensaio. Em função da dispersão encontrada no ensaio de medição da resistência, foram criados 2 grupos de isoladores para cálculo da carga Q_{50} (IEC 61325 –[6]).

Tabela 4 – Valores de Resistência do dielétrico e valor calculado do Q_{50}

Grupo	Valor Médio da Resistência encontrada (GΩ)			Q_{50} Calculado (Coulomb)
	R90°	R120°	R150°	
1	63,8	4,64	0,502	2,30
2	98,0	7,06	0,757	1,46

O ensaio de acumulação iônica foi realizado considerando a tensão de ensaio de 70 kV_{cc}, temperatura da estufa de 116°C e a carga Coulomb para atingir a condição de Q_{50} calculada, conforme indicado na Tabela 4.

O gráfico da Figura 5 apresenta os resultados do Q_{50} obtido no ensaio de acumulação iônica para cada isolador.

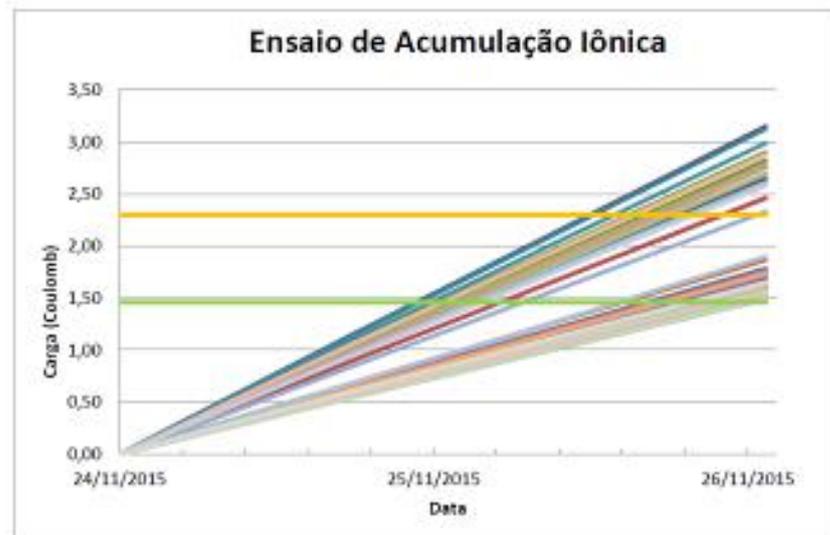


FIGURA 5 - Ensaio de acumulação iônica

3.2.2 Avalanche térmica

Foram testados 10 isoladores, conforme previsto na IEC 61325 [6]. A montagem do ensaio de avalanche térmica é a mesma apresentada no ensaio de acumulação iônica indicada Figura 4.

TABELA 5 – Procedimento do ensaio e resultado

Fase	Procedimento	Resultado
Pré-aquecimento	8 horas acima de 80° C.	Satisfatório (Sem perfuração ou quebra do dielétrico)
Tensão aplicada	+110 kV durante 8 horas acima de 80° C.	
Período de espera	30 minutos (tensão e aquecimento desligados)	
Tensão aplicada	+110 kV durante 1 minuto.	

Os resultados dos ensaios de acumulação iônica e avalanche térmica mostram que o dielétrico não apresentou qualquer tipo de envelhecimento, apesar de os isoladores terem estado em operação por aproximadamente 30 anos.

3.3 Galvanização

3.3.1 Visual

A inspeção visual foi realizada em todos os isoladores retirados da LT para verificar a existência de perda de galvanização da campânula e do pino nos isoladores de ambas as polaridades. A Tabela 6 apresenta a quantidade em percentual das amostras analisadas em relação a degradação visual da galvanização.

TABELA 6 – Verificação da inspeção visual das ferragens: campânula e pino

Perda de galvanização		Isoladores polaridade (-)		Isoladores polaridade (+)	
		Campânula	Pino	Campânula	Pino
Quantidade de isoladores que não apresentam qualquer tipo de degradação		32%	100%	100%	100%
Quantidade de isoladores que apresentam degradação da galvanização	altura até 2mm	53% Exemplo figura 6	0%	0%	0%
	altura entre 3 e 5 mm	15% Exemplo figura 6	0%	0%	0%



FIGURA 6 – Exemplo: campânula pol (-) FIGURA 7 – Exemplo: campânula pol (+) FIGURA 8 - Exemplo: pino

3.3.2 Medição da camada de zinco, aderência da galvanização e aderência da luva de zinco

Para os isoladores da polaridade negativa que apresentavam degradação na base da campânula, conforme Figura 6, o ensaio de medição da camada de zinco foi realizado fora da zona de degradação.

Os resultados dos ensaios de medição da espessura da camada de zinco foram satisfatórios, com valores superiores aos valores abaixo, que estão sendo atualmente adotados nas especificações técnicas de linhas de transmissão de corrente contínua, a saber:

- 128 μm - valor médio para todas as amostras medidas;
- 114 μm - valor médio mínimo para cada amostra.

Os ensaios de aderência da galvanização e aderência da luva de zinco atenderam os critérios de aceitação das normas adotadas.

A leve degradação da galvanização das campânulas observada na polaridade negativa, não afeta as características mecânicas e elétricas dos isoladores.

3.4 Ensaio de resistência mecânica residual, tração após termomecânico e tração após termomecânico + frente de onda.

O ensaio de resistência mecânica residual foi realizado conforme previsto na norma IEC 61325 [6] e o ensaio termomecânico foi realizado com parâmetros mais rigorosos que o especificado pela norma IEC 61325 [6], ou seja:

- Carga aplicada: 70% da SML / Norma: 60% da SML
- Temperatura ciclo frio/quente: -50°C/+50°C / Norma: -30°C/+40°C

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de tração.

TABELA 7 – Resultados obtidos nos ensaios de tração mecânica

Ensaio	Unid	Resistência Mecânica Residual	Tração após Termomecânico	Tração após Termomecânico+ Frente de Onda
Amostragem	-	25	10	10
Média (M)	kN	197,0	196,0	195,5
Desvio (s)	kN	6,6	8,9	10,4
M-3s	kN	177,2	169,5	164,3
Valor Garantido	kN	160,0	160,0	160,0
Ocorrência	-	Quebra de campânula	Quebra de campânula	Quebra de campânula
Resultado	-	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

Os ensaios realizados foram mais rigorosos que os estabelecidos pela norma IEC 61325 [6].

3.5 Ensaio de impacto

Este ensaio verifica a suportabilidade do vidro a uma solicitação mecânica instantânea de impacto. O desempenho do isolador neste ensaio é fortemente influenciado pela qualidade da têmpera do vidro. Foram testados 10 isoladores, com aplicações de 45 N.m em cada isolador. Não houve quebra de nenhum isolador.

3.6 Ensaio de tensão de radiointerferência (TRI)

A Tabela 8 apresenta um resumo dos valores obtidos no ensaio de TRI em conformidade com a especificação técnica da empresa XRTE [10], visto que a Norma de corrente contínua IEC 61325 [6] não inclui este ensaio.

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos com tensões de 30 kV e 33 kV. O ensaio foi realizado em corrente alternada porque não existem estudos que definam valores de tensão para ensaios de RIV unitários em corrente contínua.

TABELA 8 – Resultado do ensaio de TRI em CA

Ibiúna			Itaberá			Especificado (dB)
Amostra	Tensão (kV)	Ruído (dB)	Amostra	Tensão (kV)	Ruído (dB)	
01	33	49	01	33	52	69,0
	30	46		30	50	62,4
02	33	43	02	33	49	69,0
	30	39		30	47	62,4
03	33	48	03	33	53	69,0
	30	43		30	48	62,4
04	33	51	04	33	48	69,0
	30	49		30	44	62,4
05	33	51	05	33	53	69,0
	30	48		30	46	62,4

O principal objetivo desse ensaio é o de avaliar o projeto e o processo de montagem dos isoladores, no tocante à qualidade da cimentação e ao acabamento. Os valores obtidos foram inferiores aos especificados atualmente para linhas de transmissão de corrente contínua.

3.7 Ensaio de impulso atmosférico; cadeia reduzida / unitário e Ensaio de tensão mantida sob chuva em CC

Os ensaios foram realizados conforme a IEC 61325 [6] e as tensões dos ensaios foram corrigidas para as condições atmosféricas do laboratório.

O ensaio de impulso atmosférico foi realizado em cadeia reduzida (5 isoladores) e em isoladores unitários utilizando o método de determinação da tensão suportável.

O ensaio de tensão suportável sob chuva em corrente contínua foi realizado nas duas polaridades.

TABELA 9 – Resultados dos ensaios de Impulso atmosférico e tensão suportável sob chuva em CC.

Ensaio	Un	Tensão aplicada corrigida		Valor especificado	
		Polaridade (+)	Polaridade (-)		
Tensão suportável de impulso atmosférico	cadeia reduzida: 5 isoladores	kV	577,6	570,5	535,0
	unitário	kV _{cc}	161,2	150,3	140,0
Tensão suportável em corrente contínua sob chuva - unitário		kV _{cc}	65,1	65,1	65,0

O principal objetivo desse ensaio foi de verificar o estado do nível de isolamento dos isoladores depois de 30 anos de operação. Os valores obtidos estiveram em linha com os valores garantidos pelo fabricante para os isoladores novos.

3.8 Ensaio de tensão suportável de perfuração SF₆

O ensaio foi realizado em 10 amostras conforme os procedimentos da norma IEC 61325 [6].

Tensão suportável de perfuração SF₆ Garantida :225 kV.

Resultados dos ensaios:

- Tensão de ensaio – polaridade (+): 225 kV (durante 20 minutos);
- Pressão atmosférica do laboratório: 999,0 mbar;
- Pressão na câmara de ensaio: 2.500,0 mbar;
- Variação de temperatura: 17,4°C a 20,8°C.

O objetivo desse ensaio foi avaliar a suportabilidade dielétrica do isolador quando submetido a forte campo elétrico unidirecional, ou seja, provocado por aplicação de tensão contínua. Os valores suportados atenderam aos valores garantidos, não tendo havido redução quanto à suportabilidade.

4.0 - CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta o resultado da avaliação dos ensaios realizados nos primeiros isoladores de alta resistividade instalados em linhas de transmissão em corrente no Brasil. Estes isoladores estão em operação há cerca de 30 anos e foram retirados das LT's ± 600 kV_{cc} Foz do Iguaçu.

Os resultados obtidos servem como referência para Especificações Técnicas, tanto para revisão das atualmente utilizadas como para elaboração das destinadas a futuras linhas de transmissão. É, ainda, base técnica para atualização de normas e especificações técnicas.

Em função da verificação do início da perda de galvanização na zona de interface campânula / vidro, confirma-se a necessidade do colar de Zn nesta região, já exigido nas atuais especificações para LT em corrente contínua (já adotado nas LT's do complexo IE Madeira).

Considerando que os ensaios de avaliação do dielétrico foram realizados com critérios mais rigorosos que os previstos na Norma IEC 61325 [6] e o bom desempenho dos isoladores submetidos a esses ensaios, concluímos que apesar do longo tempo de operação os isoladores não apresentaram envelhecimento mecânico e elétrico.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANSI C29.2. Wet process porcelain and toughened glass – Transmission suspension type, 2013.
- (2) IEC 60437. Radio interference test on high-voltage insulators, 1997.
- (3) IEC 60815-1. Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles, 2008.
- (4) IEC 60815-2. Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems, 2008.
- (5) IEC 60815-4. Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 4: Insulators for d.c. systems, 2016.
- (6) IEC 61325. Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V - Ceramic or glass insulator units for d.c. systems - Definitions, test methods and acceptance criteria, 1995.
- (7) IEC 61211. Insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V – Impulse puncture testing in air, 2004.
- (8) PINTO JR, R. Ensaio de Perfuração em Isoladores de Linhas de Transmissão. In: Transmission & Distribution Conference and Exposition Latin America, 2010, São Paulo. IEEE/PES. São Paulo: -, 2010. v. 1. p. 1-1.
- (9) SANTANNA, A. P. ; PINTO JR, R. Proposta de alteração de amostragem em ensaios de isoladores. In: CONAEND & IEV 2012, 2012, São Paulo. CONAEND & IEV 2012, 2012.
- (10) XRTE – Especificação técnica para aquisição de isoladores, XRTE-LT-GER-ET-8014-00. Rio de Janeiro, 2016.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Luiz Fernando Pintas Ferreira nasceu em Rio Bonito, estado do Rio de Janeiro, em 1956. Concluiu o curso de Engenharia Mecânica em 1981. Trabalhando na ELECTROVIDRO/SEDIVER desde 1980, foi responsável pelas áreas de Laboratório, Qualidade e Produto. Atualmente é responsável pelo suporte técnico para toda a América Latina



Roberto Paulo da Silva Pinto Junior nasceu na cidade de São Gonçalo, estado do Rio de Janeiro, em 1981, concluiu o curso de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ em 2004, concluiu o curso de Mestrado em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense – UFF em 2008, concluiu o curso de Doutorado em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense – UFF em 2013, participou do programa de Pós-Doutorado do Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada - IMPA em 2014, é engenheiro de Furnas desde 2006, onde atualmente trabalha com projetos de linhas de transmissão e isoladores, trabalhou em laboratório de ensaios em fábrica de isoladores de 2001 a 2006.



Marcos Tadeu Varricchio nasceu na cidade de Petrópolis, estado do Rio de Janeiro, em 1960, concluiu o curso de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Católica de Petrópolis em 1985, é engenheiro da ELECTROVIDRO/SEDIVER desde 1987 tendo sido responsável pelo laboratório, controle de qualidade e engenharia de produtos. Professor licenciado da cadeira de Transmissão de Energia Elétrica da Universidade Católica de Petrópolis – UCP.



Sylvia Garcia de Carvalho concluiu o curso de Engenharia Elétrica na Universidade Veiga de Almeida, participou do Curso de Especialização em Manutenção de Sistemas Elétricos da UNIFEI. Trabalhou na Light e atualmente trabalha em Furnas no setor de Gerência de Equipamentos de Subestações e Linhas de Transmissão.