

MANUTENÇÃO PREVENTIVA E PREDITIVA EM MÁQUINAS ELÉTRICAS ROTATIVAS



Gustavo G. Corgosinho

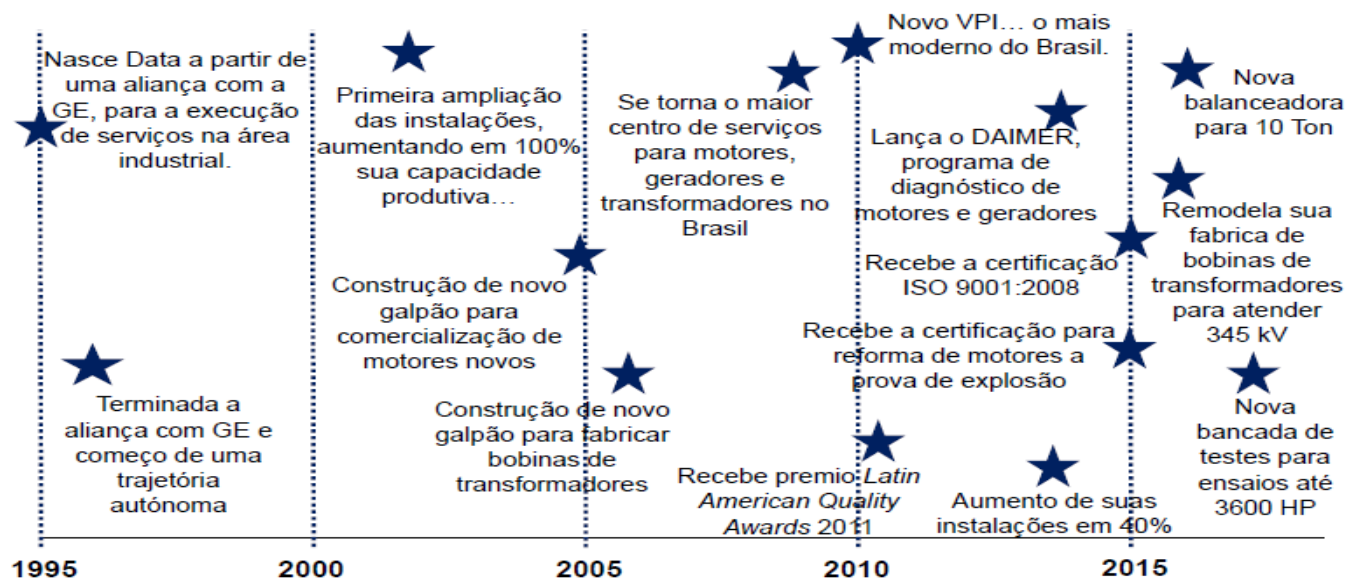
SUMÁRIO

- 1 - Histórico
- 2 – Exemplo de soluções diferenciadas
- 3 – Manutenção preditiva e técnicas para avaliação do sistema isolante em máquinas elétricas rotativas
- 4 - Unidade Móvel
- 7 - Equipamentos
- 8 - Exemplos
- 9 - Considerações Finais

1 - INTRODUÇÃO

- A Data Engenharia é uma empresa que foi criada em 1995 para atender a GEVISA na área de serviços.

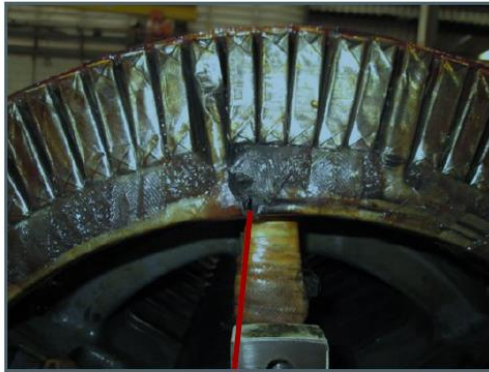
Trajetoória



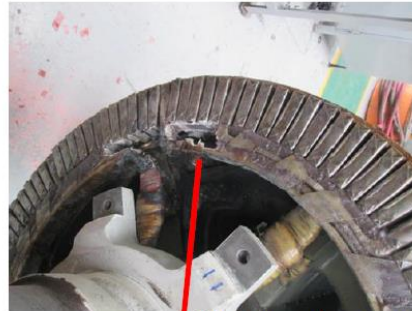
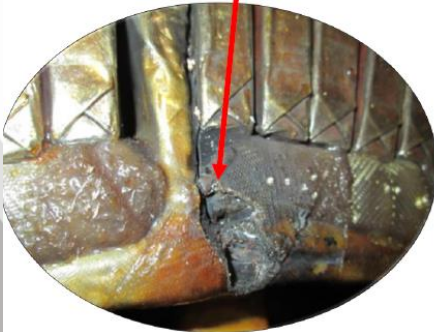
2 – Exemplos de soluções diferenciadas



Curto no rotor do anel de interligação Y



Ponto da falha



Abertura do ponto
da falha para limpeza
e verificação dos
danos



Cama isolante
separadora de
barras de fundo e
topo de ranhuras



Solução que foi desenvolvida pela Data e patenteada



Bobinas para separador magnético 240 toneladas / hora



Maior separador magnético do mundo 800 toneladas / hora



Rem

Revista Escola de Minas
Fundada em janeiro de 1936
v. 63 - n. 4 - outubro - dezembro - 2010



Engenharia Civil - Geologia - Metalurgia & Materiais - Mineração

**Tecnologia brasileira
cria maior
separador
magnético
do mundo
para
minério
de ferro**

GAUSTEC

AUS

TC-04

Revista financiada
com recursos do

FAPEMIG

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

CAPEs

A GAUSTEC SE RESERVA NO DIREITO DE ALTERAR SEM AVISO PRÉVIO OS DADOS AQUI APRESENTADOS.

Manutenção em 09 motores 13.2 KV em 07 dias dentro de mina subterrânea

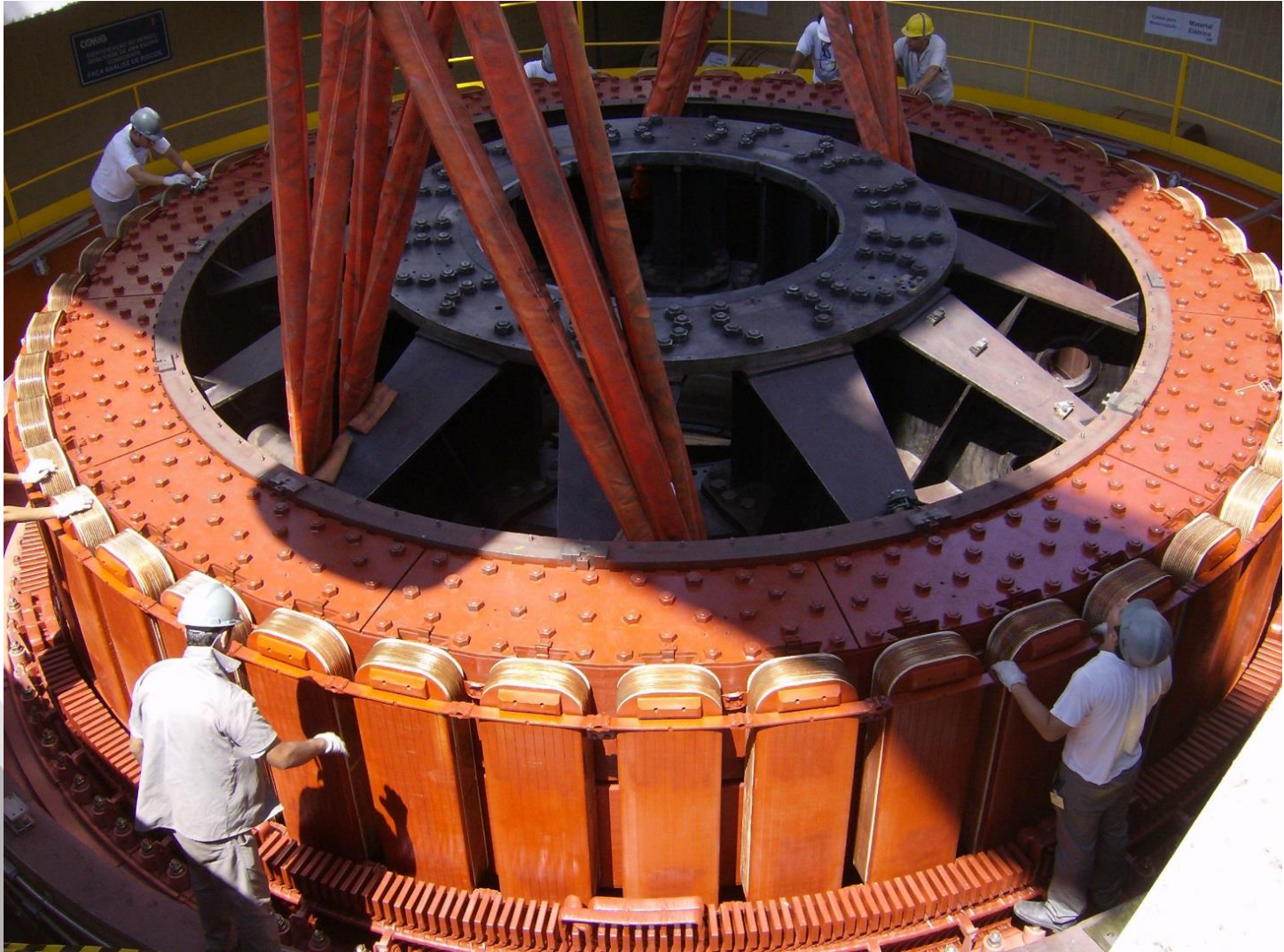


Rebobinamento de gerador 5 MW - 13.800 V a bordo da plataforma

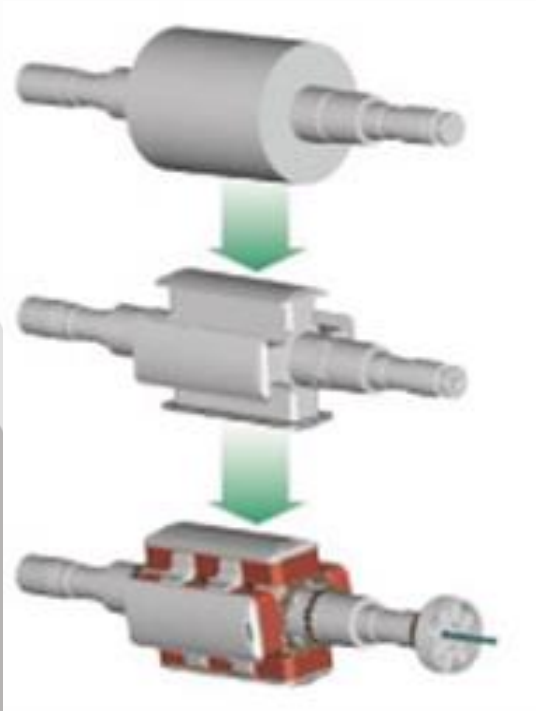


Serviços complexos de campo

Rotor 180 toneladas



Geradores com rotor de pólos sólidos



Aquecimento 4 Polos – acima de 10 MW

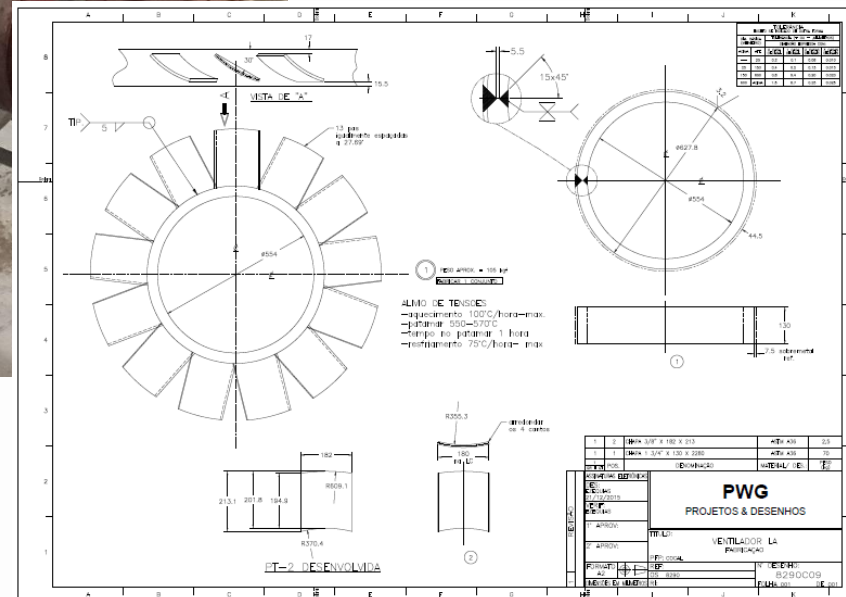
Aquecimento nas telhas polares



Aquecimento 04 Polos – acima de 10 MW

Aquecimento anormal das isolações contra massa







Recuperação transformador força 200 MVA – 138 / 13.8 KV

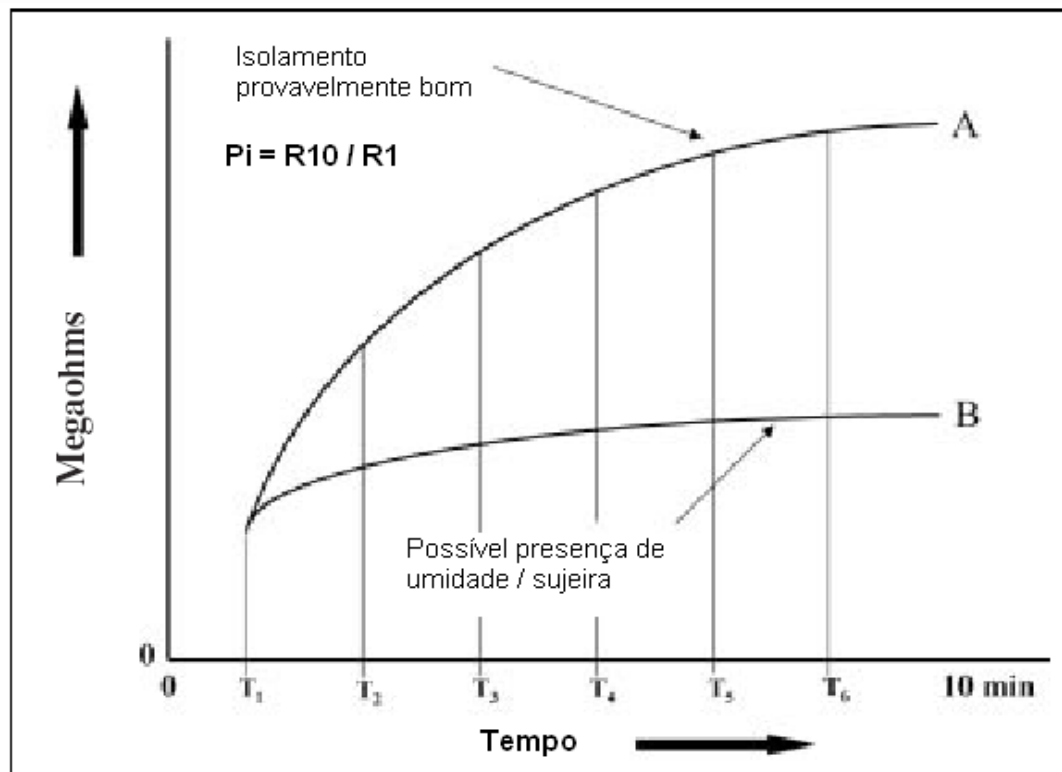


3 - Manutenção Preditiva

Trata-se da manutenção baseada na real condição do equipamento, sendo que poderá ser realizada on-line (monitoramento contínuo de alguns parâmetros) ou off-line.

Técnica Alta Tensão DC

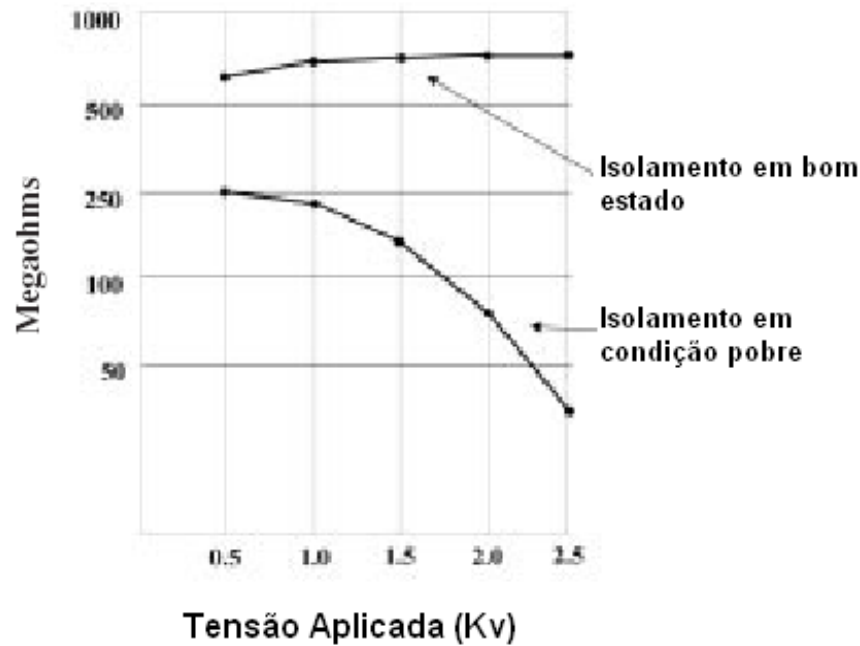
Determina as propriedades higroscópicas do material isolante, que influenciam diretamente na capacitância do circuito elétrico e, conseqüentemente, na sua característica tempo-resistência (RC), RI e PI



Técnica Alta Tensão DC

Rampa de Tensão (SV)

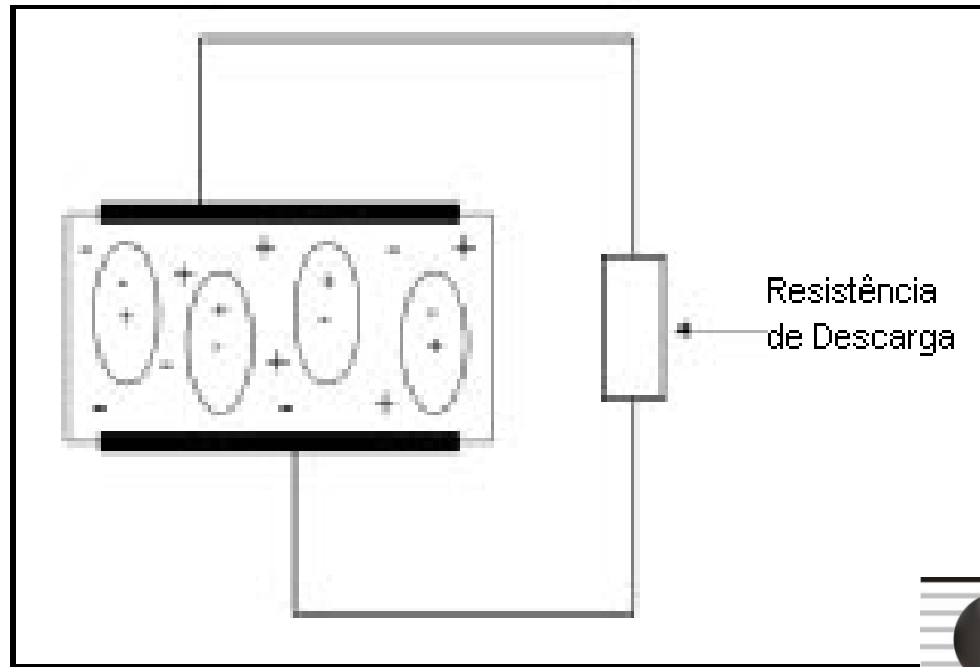
Em um isolante em boas condições, a resistência de isolamento não diminui com o aumento da Voltagem, inverso do que ocorre em isolante com defeito. Este efeito é causado pela ionização dentro das trincas ou cavidades existentes no material, o que torna esta técnica bastante eficiente.



Técnica Alta Tensão DC

Descarga Dielétrica (DD)

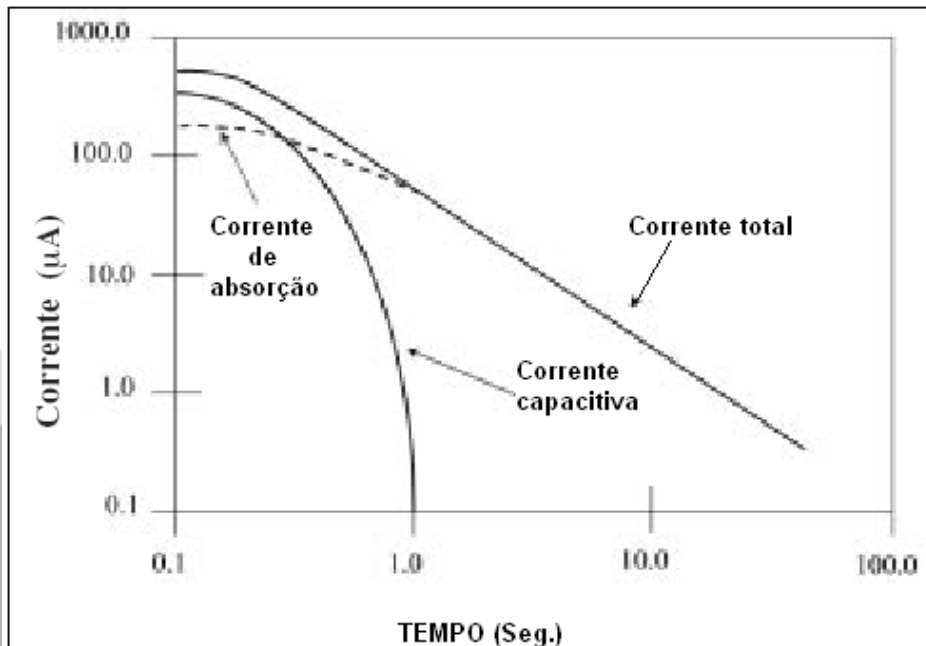
O teste de “DD” é um método relativamente novo, desenvolvida na França. Ao contrário dos métodos mencionados que mede a corrente de carga, neste método é medido a corrente que flui durante a descarga do equipamento sob teste, através do resistor de descarga do instrumento.



Técnica Alta Tensão DC

Descarga Dielétrica (DD)

O tempo de descarga depende do resistor de descarga e da quantidade de carga armazenada no isolamento. A carga capacitiva descarrega rapidamente até que a voltagem é reduzida a quase “zero”. É neste momento que o efeito da corrente de fuga será depreciada, ocorrendo a inversão da absorção dielétrica, conhecida como reabsorção dielétrica. A “DD” é determinada pela equação

$$DD = \text{Corrente de 1 min. (nA)} / \text{Voltagem de teste (V)} \times C \text{ (mF)}$$


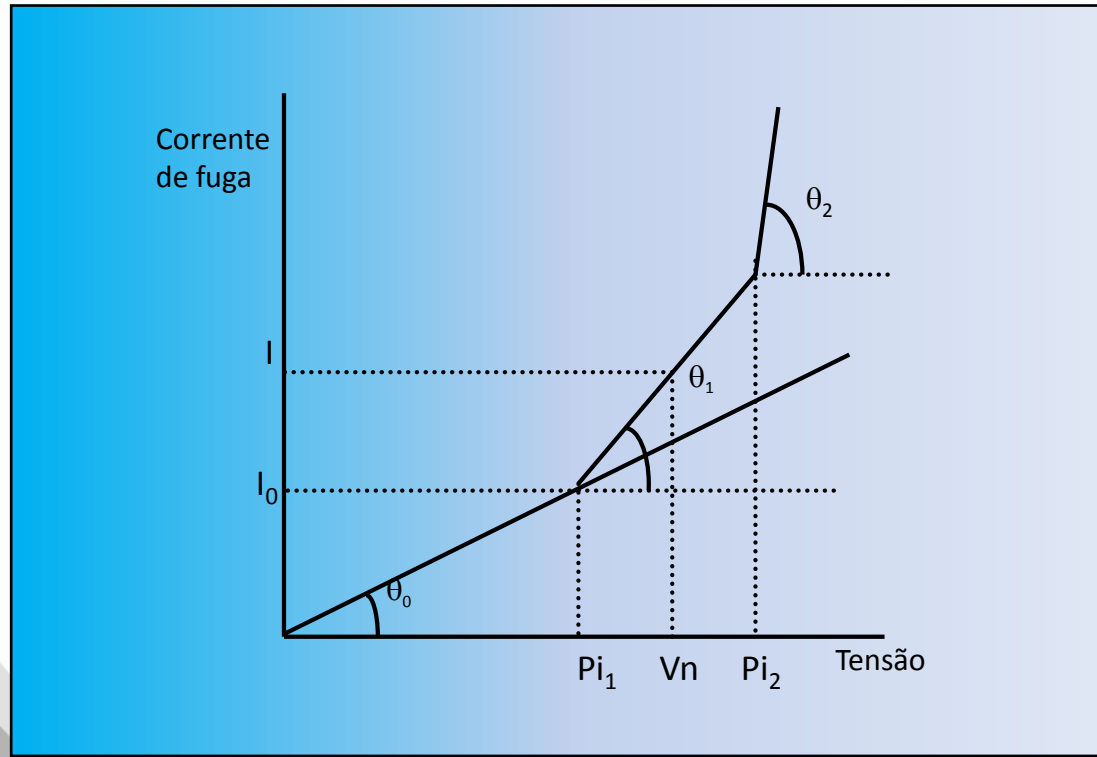
Técnicas de Diagnose de Isolamento Método AC

Consiste na aplicação de 3 técnicas, que fornecem 8 parâmetros de análise

TÉCNICA	PARÂMETRO	SÍMBOLO
LINEARIDADE DA CORRENTE (SVCA)	Ponto de Quebra da Corrente	P_{i1} / V_n
	Taxa de Crescimento da Corrente	ΔI
	Harmônicas contidas	% de THD
DESCARGA PARCIAL	Máxima descarga	PD Máx
PERDAS NO DIELÉTRICO	Perdas no Dielétrico	$\tan \delta$
	Variação de TD	$\Delta \tan \delta$
	Histerese na $\tan \delta$	$\tan \delta h$
	Tan Delta de Base	$\tan \delta \text{ Zero}$

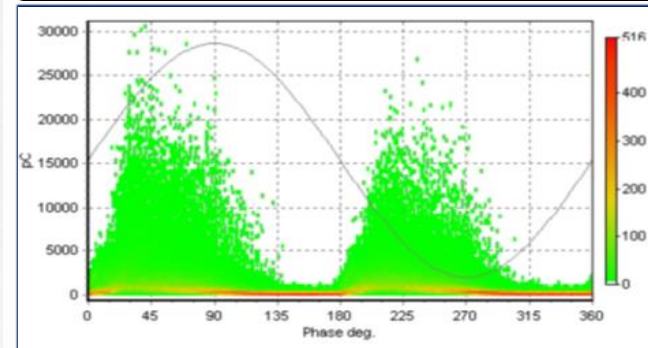
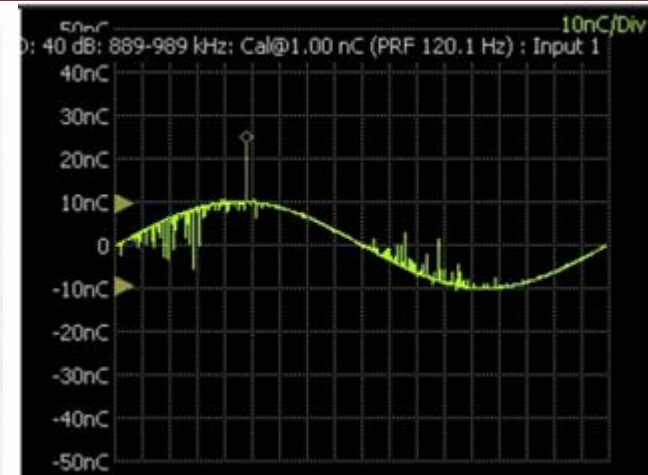
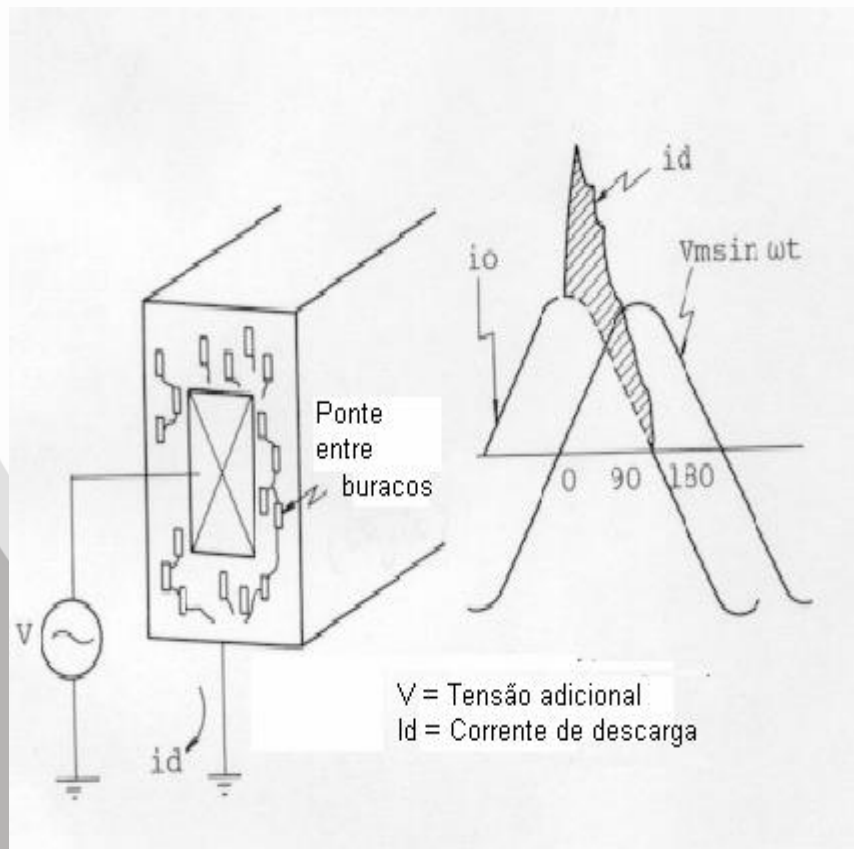
Linearidade da Corrente (SVCA)

Determina a condição de um isolante, quando ocorre a não linearidade da corrente de fuga em função do aumento da tensão, indicando o ponto onde há mudança abrupta no valor da corrente.



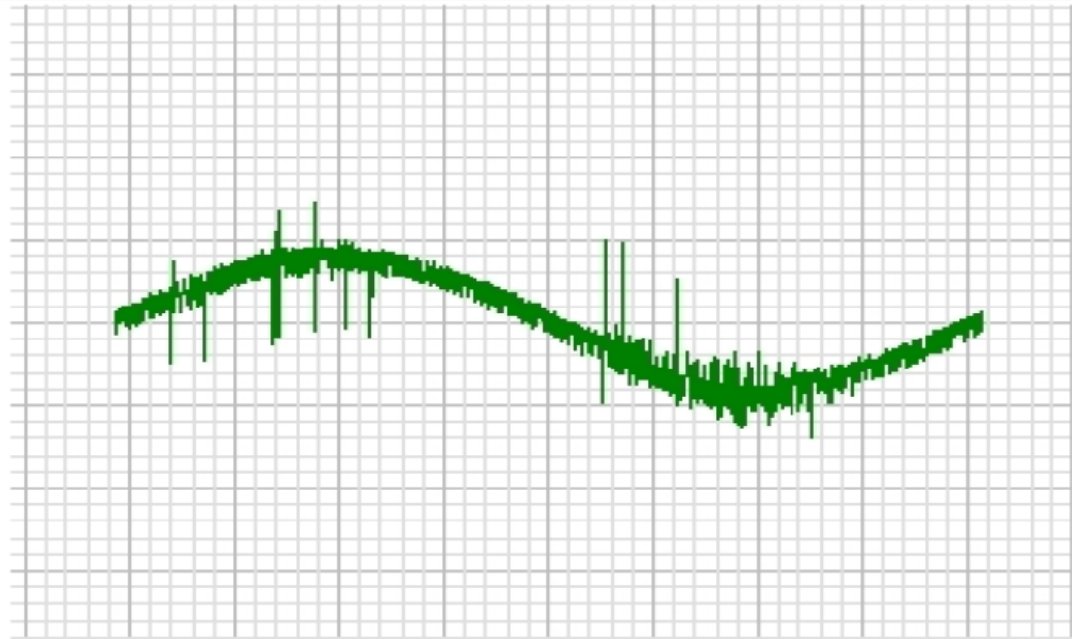
Técnica da Descarga Parcial

Quando uma tensão é aplicada entre um condutor e um isolante e o mesmo tem buracos, bolhas, vazios ou outros defeitos, uma corrente de alta frequência flui para terra. Este fenômeno é chamado de Descarga Parcial. Esta técnica determina a intensidade da descarga em [pC]



Técnica da Descarga Parcial

Exemplo de uma medição de PD



FASE S - 15/12/2014 18:01:12

Discharge = 33347,66 pC, Voltage = 7,97 kV

Técnica da Descarga Parcial

Corona nas saídas das ranhuras (final das luvas de corona)



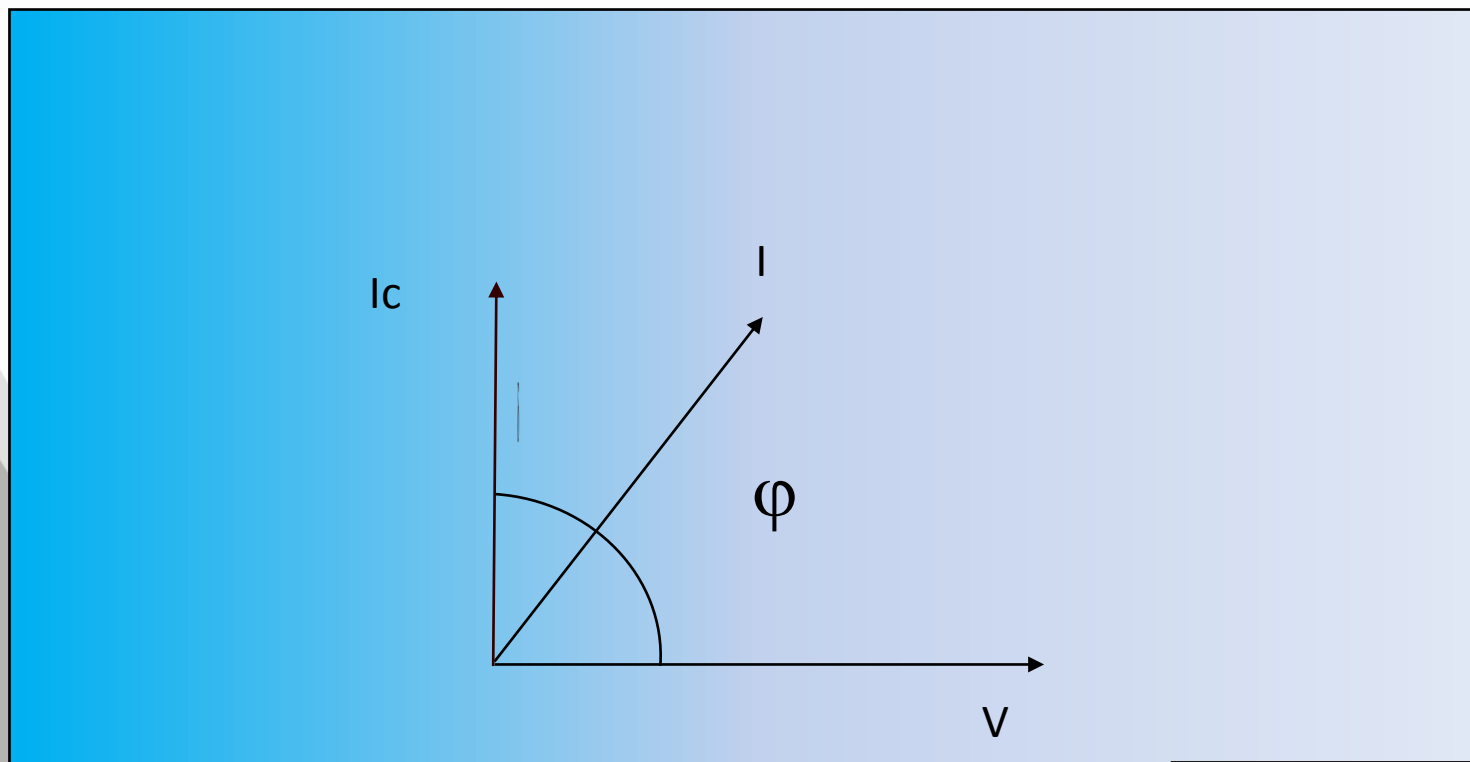
Técnica da Descarga Parcial

Corona entre fases



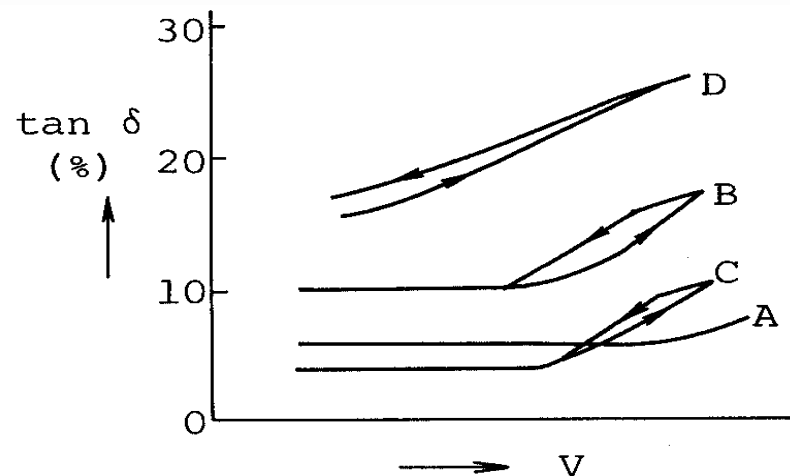
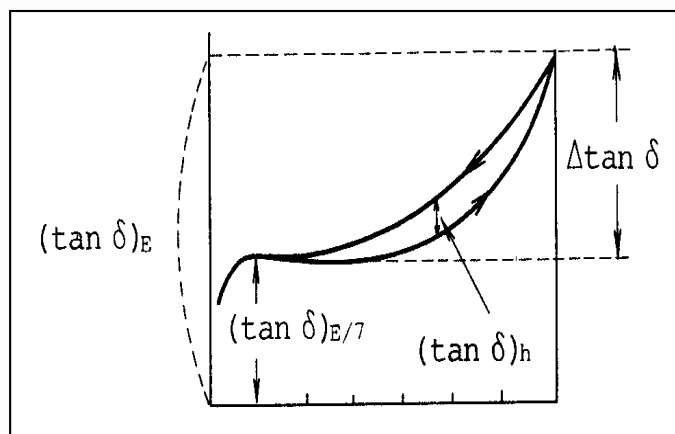
Técnica de Perdas no Dielétrico ($\tan \delta$)

Outro fenômeno que ocorre quando uma tensão AC é aplicada em um isolante, é que a corrente total (I) está geralmente atrasada da corrente de carga (I_c). Isto ocorre por causa da perda, influenciada pela capacitância do circuito. O ângulo de atraso (δ) é chamado de ângulo de perda do dielétrico e $\pi/2 - \delta = \varphi$ é chamado de ângulo do fator de potência



Técnica de Perdas no Dielétrico

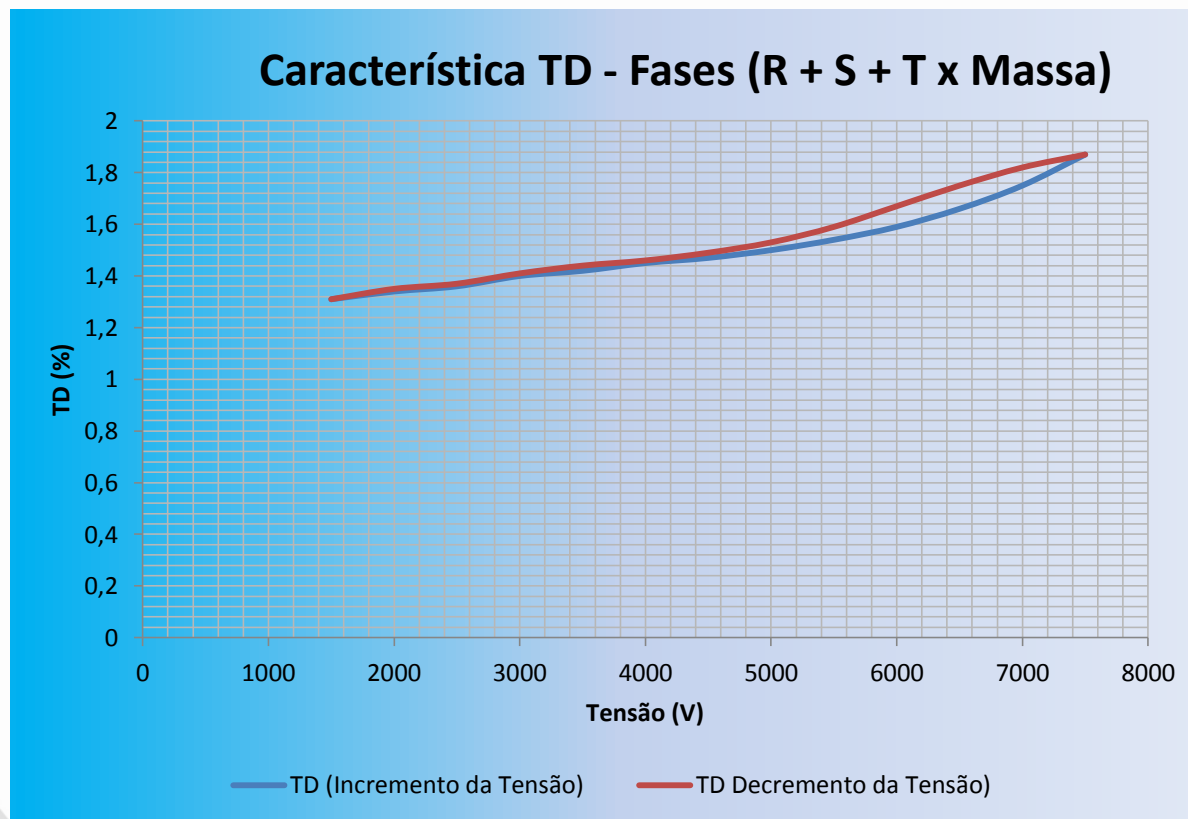
Em um isolante livre de buracos, a $\tan \delta$ varia sempre que um aumento de tensão é aplicado. Se existirem buracos, descargas parciais ocorrem assim que a tensão aplicada é aumentada provocando também o aparecimento de histerese quando a tensão é reduzida.



- A - Isolante bom
- B - Isolante com buracos
- C - Isolante envelhecido termicamente
- D - Isolante envelhecido tendendo a absorção de umidade

Técnica de Perdas no Dielétrico

Medição de TD - Motor do Exaustor da Sinterização - GERDAU



4 - Unidade Móvel



5 - Equipamentos

Sistema Móvel de
Diagnose e Análise de
Isolação



MIDAS 2881

Detector de Descargas
Parciais e RIV - DDX 9121



Capacitor de
Acoplamento



Calibrador Padrão



Surge Test D65R



Megger MIT 520



Quadripólo



6 - NOSSO SISTEMA (DAIMER)

A Diagnose Avançada do Isolamento de Máquinas Elétricas Rotativas (DAIMER), consiste na avaliação conjunta de todos os parâmetros coletados, onde os mesmos são Inseridos em um programa desenvolvido especificamente para esta finalidade e analisados por especialistas, determinando o grau de contaminação e o grau de deterioração da isolação.

7 - Exemplos

DIAGNOSE REALIZADA NO MOTOR DE 7750 CV
DO COMPRESSOR DE OXIGÊNIO 7 DA WHITE
MARTINS DE IPATINGA

Relatório Técnico

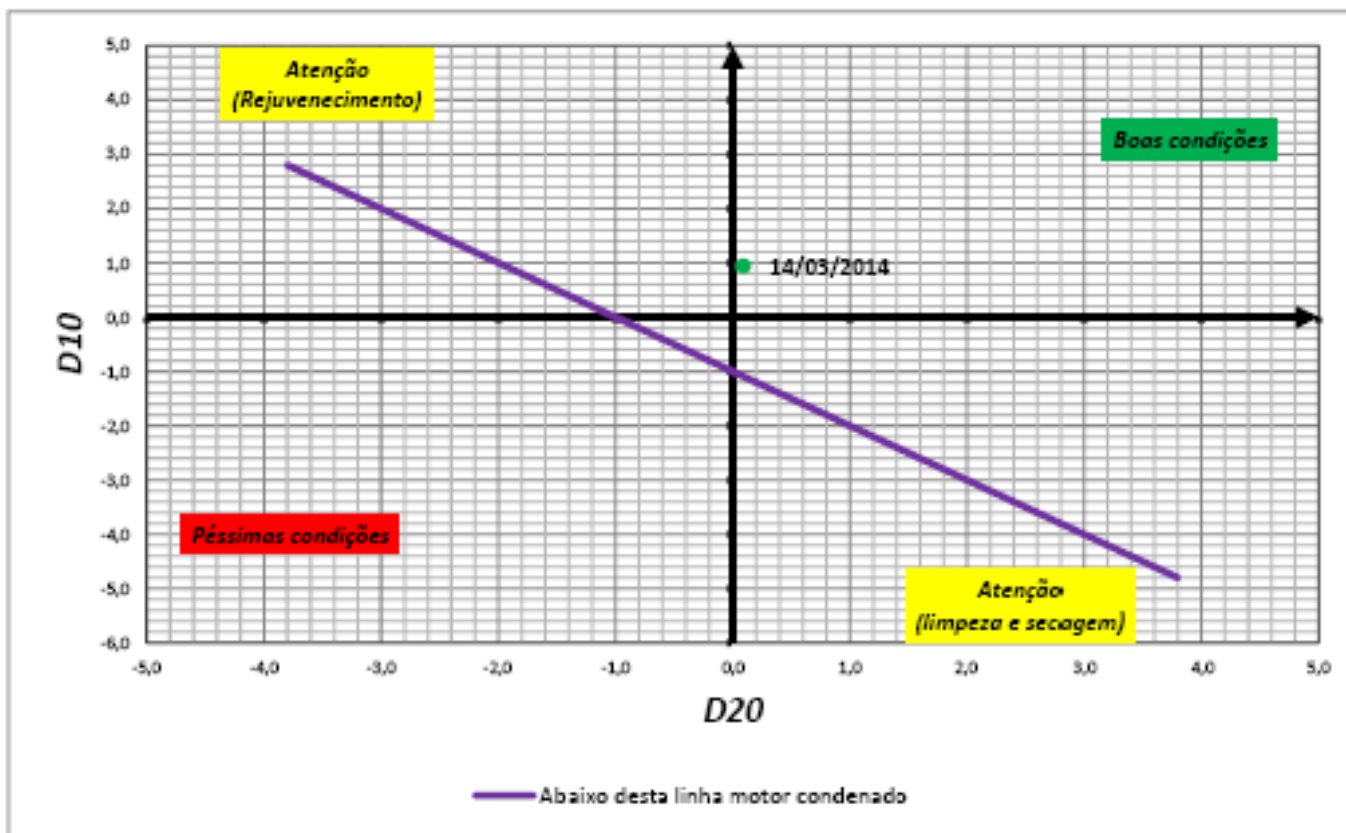
Motor de Indução Trifásico Assíncrono Rotor Gaiola			
Fabricante:	ABB	Potência:	7750 CV
Modelo:	QWGh800 xa 4	Grau de Proteção:	IP 44
Nº de Série:	SP - 9212	Fator de Potência:	0,907
Ligação:	Y	ΔT :	80°C
Regime:	S1	Classe Isol.:	F
Ano de Fabricação:	1977 (Rebobinado em 2010)	FS:	1,0
Rotação:	1793 RPM	Frequência:	60 Hz
Tensão do Estator:	11000 V	Corrente do Estator:	339 A

Relatório Técnico

Avaliação Individual dos Parâmetros de Isolamento

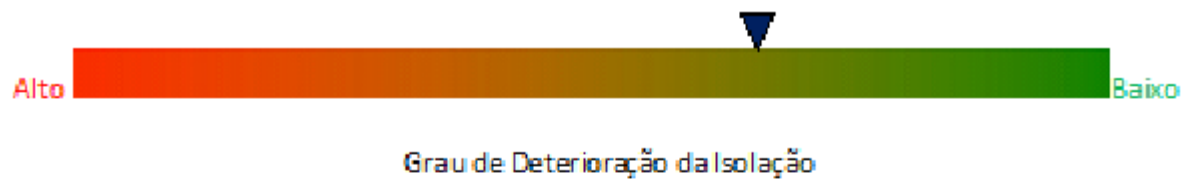
	ITEM	MÉTODOS	PARÂMETROS	VALORES	JULGAMENTO
Estator	01	Alta Tensão CC 5.000 V	RI - Resistência de Isolamento a 40°C	4279 MΩ	Bom
			PI - Índice de Polarização	2,90	Bom
			RC - Constante de Tempo	945 seg	Bom
			SVDC - Step Voltage DC	-	Bom
			DD - Descarga Dielétrica	2,59	Bom
	02	Alta Tensão CA 6.500 V	ΔI - Variação da Corrente de Fuga	2,90 %	Bom
			SVAC - Step Voltage AC	-	Atenção
			PI1 /Vn - Ponto de Quebra da Corrente de Fuga	0,40	Atenção
			DP Max - Maior Valor de Descarga Parcial	1927,82 pC	Bom
			DPV - Tensão de Inicio da Descarga Parcial	6480 V	Bom
			Tang δ - TD na maior tensão de teste	3,30 %	Bom
			Tang δ (Zero) - TD inicial	1,33 %	Bom
			ΔTang δ - Variação da TD	1,97 %	Bom
			Tang δ (h) - Altura da histerese	0,19 %	Bom
			ΔTang δ / KV - Variação TD / KV	0,82 %	Atenção

Avaliação Global da Isolação



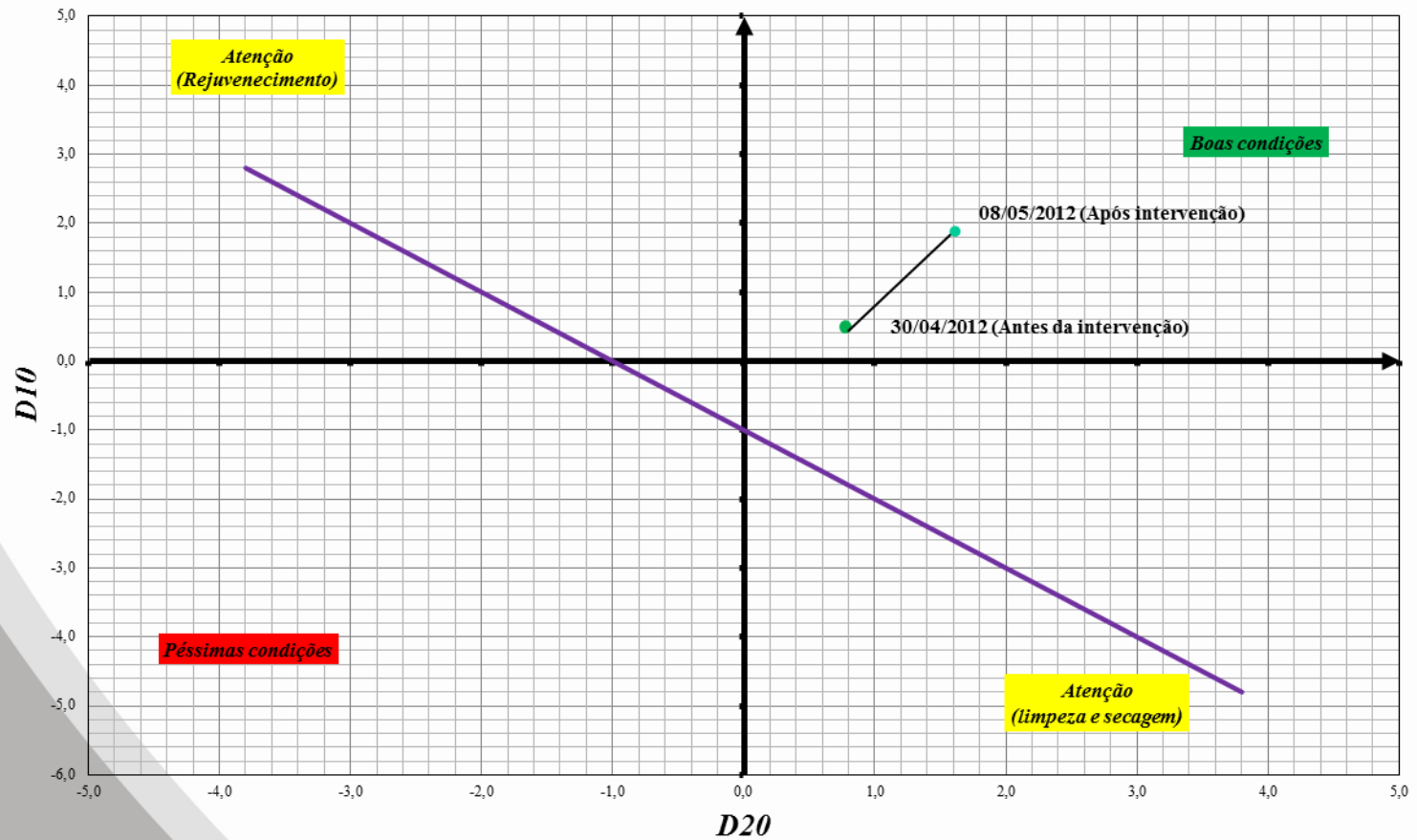
Enrolamentos	Grau de Envelhecimento da Isolação (Anos)
Estatórico	6

Avaliação da Isolação



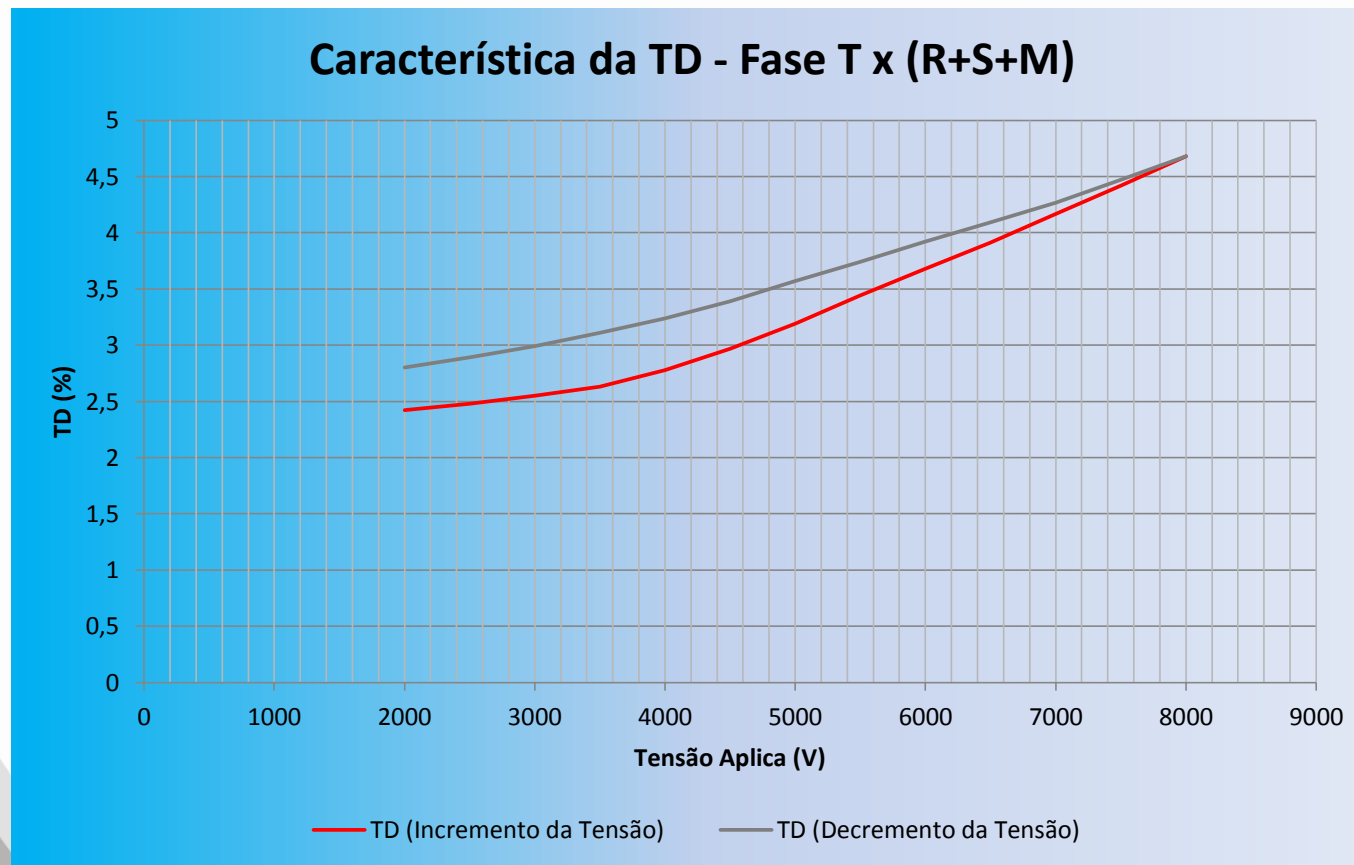
DIAGNOSE REALIZADA NO GERADOR TG 2 DA
GERDAU OURO BRANCO - MG

Avaliação Global da Isolação

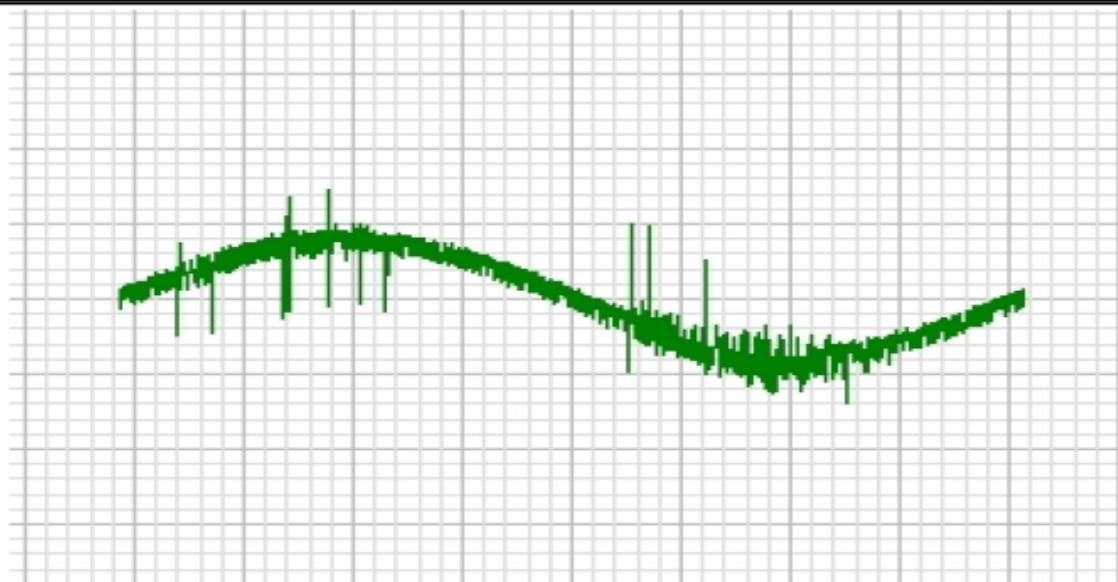


Relatório Técnico

Motor Síncrono			
Fabricante:	TOSHIBA	Potência:	3139 KW
Norma:	NEMA	Forma:	FCCWXY
Tipo:	TAKL	Ano de Fabricação:	2001
Regime:	Contínuo	Ligação Estator:	Y
Nº de Série:	0010441301	Fator de Potência:	1,0
Classe Isol. Est. / Campo:	F / F	ΔT Estator / Campo:	80° C / 80° C
Temperatura Ambiente:	40° C	Nº de Polos:	4
Frequência:	60 Hz	Rotação:	1800 RPM
Rotação:	1800	Frequência:	60 Hz
Tensão do Estator:	13200 V	Corrente do Estator:	144 A
Tensão do Campo:	50 V	Corrente do Campo:	245 A



Material envelhecido com tendência a absorção de umidade



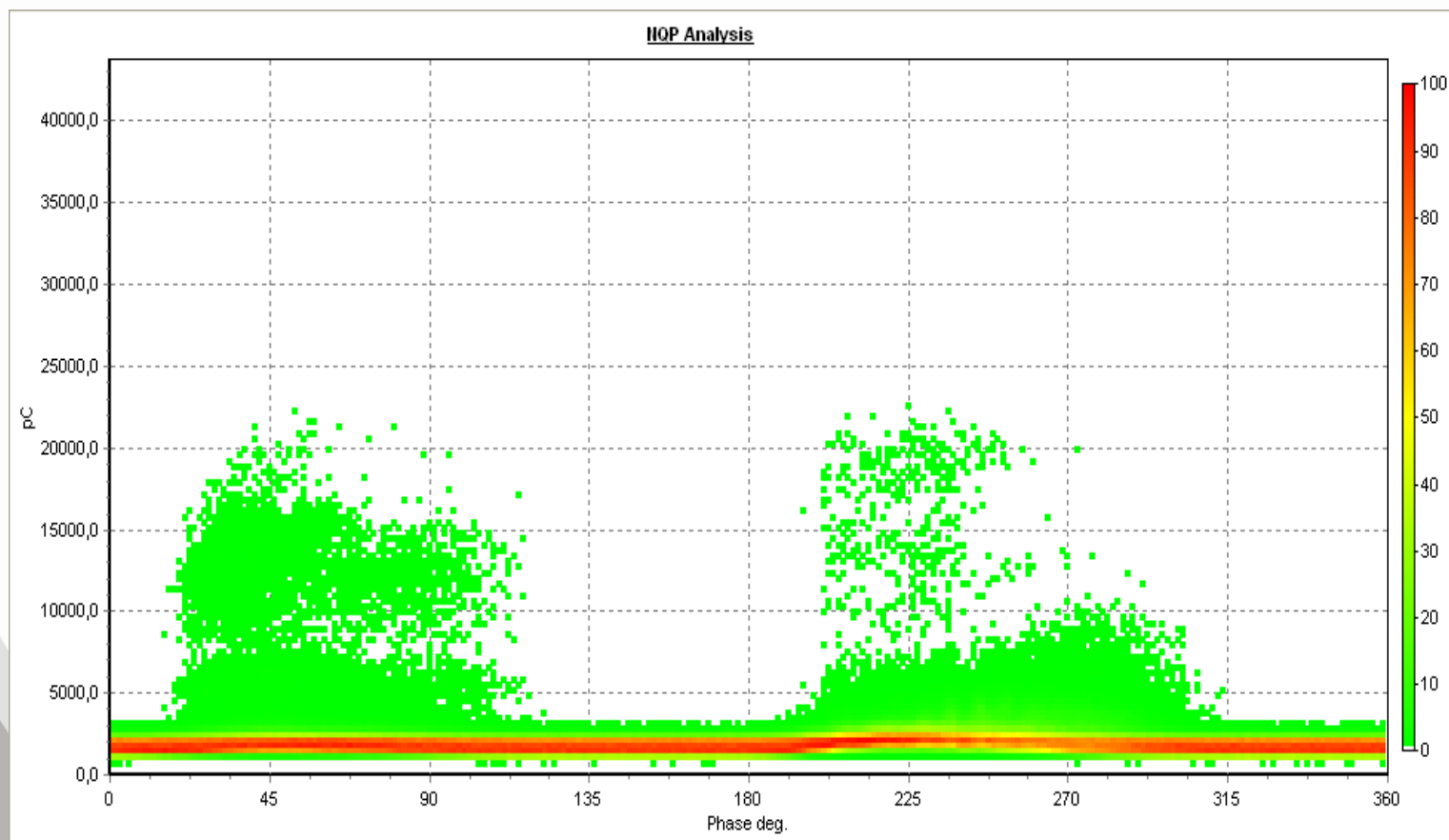
FASE S - 15/12/2014 18:01:12

Discharge = 23347,66 pC, Voltage = 7,97 kV

RIV = 287,29 μ V

Descargas Parciais acima do limite de referência

Relatório Técnico

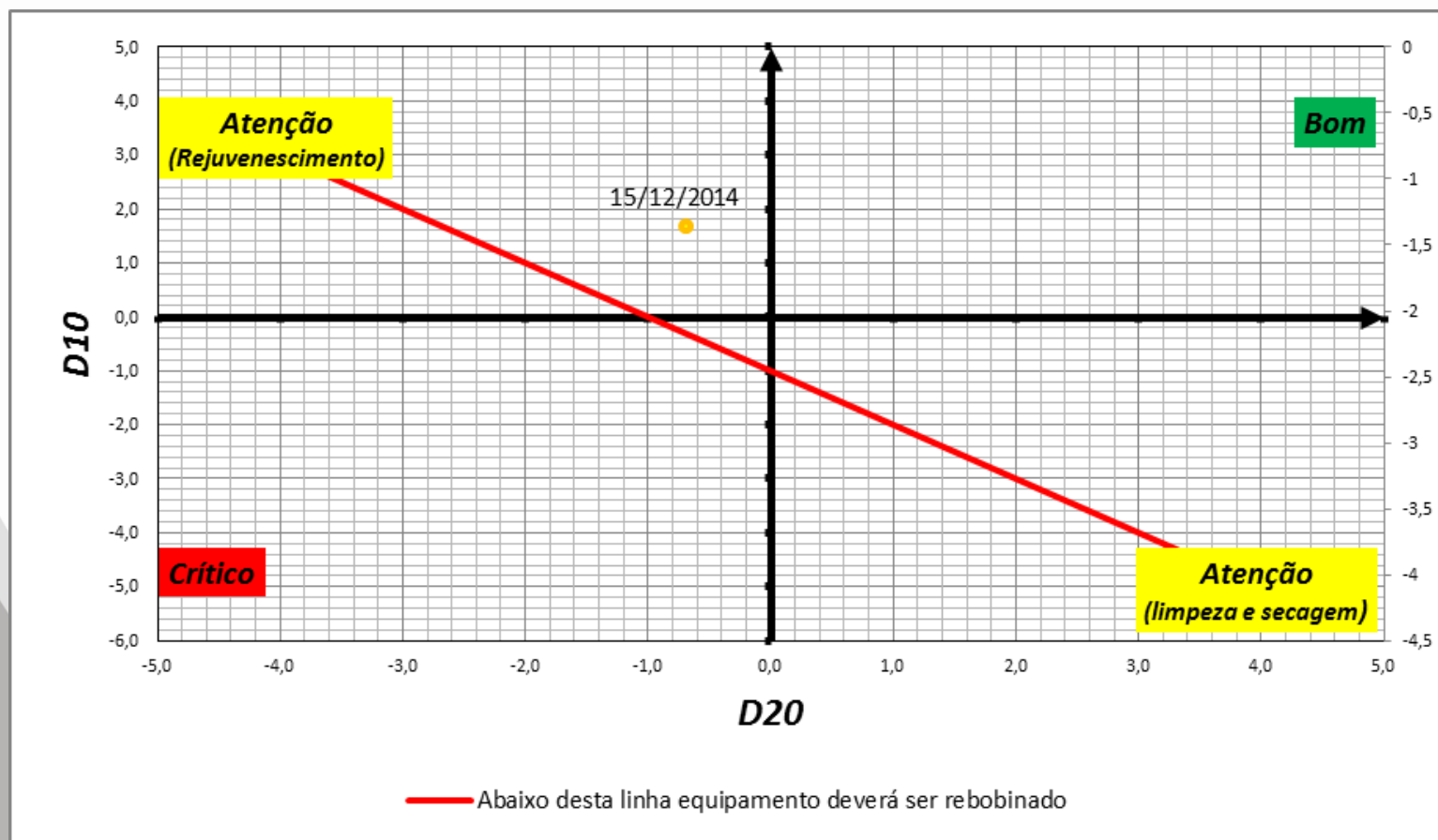


Descargas Parciais acima do limite de referência

AVALIAÇÃO INDIVIDUAL DOS PARÂMETROS MEDIDOS

PARTES	MÉTODOS	PARÂMETROS	VALORES	JULGAMENTO
Estator	Corrente Contínua	RI - Resistência de Isolamento a 40°C	555 MΩ	Bom
		PI - Índice de Polarização	1,55	Atenção
		RC - Constante de Tempo	80,5 seg	Atenção
		SVDC - Step Voltage DC	-	Bom
		DD - Descarga Dielétrica	3,75	Bom
	Corrente Alternada	ΔI - Variação da Corrente de Fuga	2,21 %	Bom
		SVAC - Step Voltage AC	-	Bom
		PI1 /Vn - Ponto de Quebra da Corrente de Fuga	0,38	Ruim
		DP Max - Maior Valor de Descarga Parcial	23347,66 pC	Atenção
		DPV - Tensão de Inicio da Descarga Parcial	7900 V	Bom
		Tang δ - TD na maior tensão de teste	4,77 %	Bom
		Tang δ (Zero) - TD inicial	3,09 %	Bom
		ΔTang δ - Variação da TD	2,26 %	Bom
		Tang δ (h) - Altura da histerese	0,48 %	Bom
		ΔTang δ / KV - Variação TD / KV	0,45 %	Atenção
	Corrente Contínua	RI - Resistência de Isolamento a 40°C	6,90 MΩ	Atenção
		PI - Índice de Polarização	0,94	Ruim
		SVDC - Step Voltage DC	-	Ruim
		DD - Descarga Dielétrica	26,2	Ruim

AVALIAÇÃO GLOBAL DO ISOLAMENTO



11 - Considerações Finais

As técnicas aqui apresentadas proporcionam uma boa confiabilidade aos equipamentos, reduzindo impactos indesejáveis de paradas imprevistas das linhas operacionais e auxiliando nas tomadas de decisões estratégicas ligadas ao planejamento de produção e investimentos.



Obrigado!!!!