



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

CB/GSE/08

22 a 25 de outubro de 2017  
Curitiba - PR

**GRUPO -VIII**

**GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTO DE ALTA TENSÃO- GSE**

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DA RESPOSTA DIELÉTRICA EM TRANSFORMADORES DE CORRENTE**

**Hugo Rafael F. Negrão (\*)**  
Eletronorte/UFPA

**Fernando de S. Brasil**  
Eletronorte

**Bárbara M. Campos**  
Eletronorte

**Maria Emília de L. Tostes**  
UFPA

**Jorge Augusto S. Tostes**  
Eletronorte

**Sérgio R. e Silva**  
Eletronorte

**João B. S. Feitosa**  
Eletronorte

**Ivan J. D. Silva**  
Eletronorte

**Fernando W. S. Conceição**  
Eletronorte

**RESUMO**

O presente trabalho aborda algumas das principais técnicas utilizadas na Eletrobras Eletronorte, para avaliação da qualidade da celulose e óleo isolante. O artigo apresenta resultados de ensaios de Espectroscopia no Domínio da Frequência e Corrente de Polarização e Despolarização em uma série de transformadores de corrente a fim de se mensurar a umidade no dielétrico de tais equipamentos.

**PALAVRAS-CHAVE**

Testes e Ensaios, Resposta do Dielétrico, Umidade, Manutenção Preditiva, Subestação

**1.0 - INTRODUÇÃO**

O envelhecimento de equipamentos de potência é um processo natural, mas pode ser acelerado por vários fatores: dielétricos, térmicos, mecânicos e químicos. Os estresses causados pelos efeitos térmicos e dielétricos levam ao processo de degradação do óleo e da celulose.

A celulose quando degradada se torna quebradiça e apresenta maior suscetibilidade a danos provenientes de estresses mecânicos. Esta condição causa o fracionamento das cadeias de celulose acarretando no aparecimento de água na isolação sólida. Já se sabe que a umidade e temperatura figuram entre os principais fatores do envelhecimento acelerado, visto que os mesmos funcionam como catalisadores para o processo de degradação do papel de isolação elétrica dos equipamentos. É notável mencionar também como a umidade também compromete dentre outras coisas, a tensão de ruptura do óleo isolante, reduzindo-a.

Este artigo apresenta dois estudos de caso. O primeiro estudo de caso apresenta a ocorrência de um transformador de corrente de uma das subestações da Eletrobras Eletronorte em Imperatriz-MA. O ensaio de resposta do dielétrico foi realizado antes e depois de uma troca de membrana com o objetivo de monitorar se o equipamento havia sido contaminado por umidade durante a manutenção.

O segundo estudo de caso aborda uma série de ensaios em transformadores de corrente de uma subestação de Coxipó-MT. Analisaram-se as condições de TC antigos, como o envelhecimento influenciou na isolação destes equipamentos. Avaliaram-se também novos TC a fim de se analisar seus estados.

**2.0 - TÉCNICAS DE MEDIÇÃO**

Atualmente, os métodos elétricos disponíveis no mercado para avaliação de umidade do dielétrico de equipamentos de subestação podem operar no domínio do tempo ou frequência, é o caso do método de correntes de polarização e despolarização (Polarization and Depolarization Currents, PDC) e espectroscopia no domínio da frequência (Frequency Domain Spectroscopy, FDS), respectivamente. O método PDC basicamente afere as correntes de polarização e despolarização do dielétrico como função do tempo, enquanto que o método FDS mede capacitância,  $C$ , e fator de perdas,  $\tan \delta$ , como função da frequência [1].

## 2.1 CORRENTES DE POLARIZAÇÃO E DESPOLARIZAÇÃO (PDC)

O diagnóstico no domínio do tempo compreende principalmente o método de correntes de polarização e despolarização. Inicialmente, a memória dielétrica do objeto a ser ensaiado deve ser descarregada, então, aplica-se um degrau de tensão  $U_0$ , este deve ser livre de qualquer ripple ou ruído, no tempo  $t_0 = 0$ . Durante o tempo de aplicação de tensão, a corrente  $i_{pol}(t)$  é medida, a qual advém do processo de polarização com diferentes constantes de tempo correspondentes a diferentes materiais isolantes e à condutividade do objeto em teste. A tensão é então removida no instante  $t_c$  e o equipamento é curto-circuitado imediatamente, possibilitando assim a aferição da corrente de despolarização. A Figura 1 representa os fenômenos de correntes de polarização e despolarização [2].

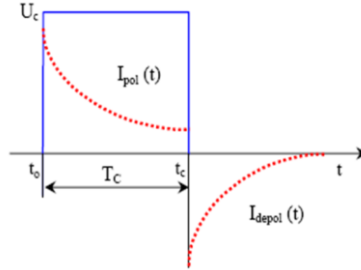


FIGURA 1: Correntes de Polarização e Despolarização (retirado de [2])

O diagnóstico PDC é um método não-destrutivo capaz de fornecer informações confiáveis sobre o estado do dielétrico de equipamentos de alta tensão, tanto sobre o teor de umidade da isolação sólida como as condutividades do óleo e papel. Além disso, fornece um diagnóstico muito rápido e preciso em baixas frequências [2].

## 2.2 ESPECTROSCOPIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDS)

A espectroscopia no domínio da frequência é um outro método para o estudo do fenômeno de polarização. Trata-se de um teste ac, onde se mede o fator de perdas ( $\tan \delta$ ) e capacitância complexa dos componentes do dielétrico em função da frequência [3]. Geralmente, o FDS opera na banda de 1 mHz a 1 kHz, isto é, a medição ocorre em uma faixa de frequências [2]. Energiza-se o dielétrico com tensão senoidal e mede-se a corrente que passa por ele, a impedância é então calculada:

$$Z^*(\omega) = \frac{U^*(\omega)}{I^*(\omega)} \quad (1)$$

Assumindo que o objeto ensaiado pode ser representado por uma capacitância complexa, têm-se:

$$I^*(\omega) = j\omega C^*(\omega) \cdot U^*(\omega) \quad (2)$$

$$C^*(\omega) = C'(\omega) - jC''(\omega) \quad (3)$$

$C'$  e  $C''$  representam a capacitância complexa, onde a parte real indica a componente capacitiva e a imaginária, as perdas da isolação [4]. Pode-se também relacionar capacitância com permissividade complexa  $\epsilon^*$ :

$$\epsilon^*(\omega) = \epsilon'(\omega) - j\epsilon''(\omega) = \frac{C^*(\omega)}{C_0} \quad (4)$$

Onde  $C_0$  é a capacitância geométrica do dielétrico. Finalmente, calcula-se o fator de perdas por:

$$\tan \delta = \frac{\epsilon''(\omega)}{\epsilon'(\omega)} = \frac{C''(\omega)}{C'(\omega)} \quad (5)$$

## 2.3 PDC & FDS

Quando combinados, os testes PDC e FDS reduzem significativamente o tempo de ensaio se comparadas às duas técnicas executadas separadamente, visto que as medidas no domínio do tempo podem ser realizadas em curto tempo, mas são limitadas a escalas baixas de frequências, geralmente abaixo de 1 Hz. Em contraste, o FDS é melhor aplicável para frequências mais altas, pois consome muito tempo quando realizado em baixas frequências. [5]

O instrumento utilizado nos ensaios para este artigo concorda os dois métodos para o ensaio de resposta do dielétrico, aquisitando assim os dados no domínio da frequência em uma faixa de 5 kHz a 0,1 Hz, enquanto que do domínio do tempo de 0,1 Hz a 100  $\mu$ Hz [5]. Essa instrumentação também transforma os dados no domínio do tempo para frequência para análises mais profundas. A Figura 2 mostra a forma de combinação dos dois ensaios.

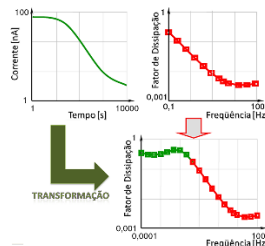


FIGURA 2: Combinação dos métodos PDC e FDS (retirado de [5])

A ensaio de resposta do dielétrico pode reduzir o tempo de duração de uma medida para 25% do tempo de medida original quando comparado ao método FDS, como mostrado na Figura 3. Por exemplo, os dados com medidas de 1 kHz para valores inferiores a 0,1 mHz tipicamente necessitam de cerca de 11 horas para uma medida no domínio frequência, mas com a aplicação do procedimento e equipamento proposto, essa medida dura menos de 3 horas. Os resultados da medida de corrente de polarização e despolarização levará 5,5 h para serem obtidas para o range de 1 s até 10000 s, o que corresponde a 1 Hz a 0,1 mHz. [5]

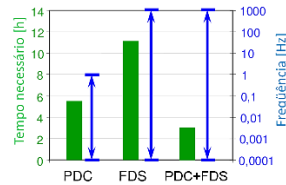


FIGURA 3: Duração do ensaio para diferentes escalas de frequência (adaptado de [5])

### 3.0 - ESTRUTURA INTERNA E CONEXÕES

A determinação do esquema de ligação correto para ensaio da resposta do dielétrico em transformadores de corrente depende da existência e acessibilidade da parte capacitiva do TC a blindagem metálica (virola). A Figura 4, a seguir, mostra a construção interna de um transformador de corrente típico e fornece uma vista detalhada sobre a sua "parte capacitiva" e "parte eletromagnética". As capacitâncias de isolamento relevantes estão marcadas em verde. [6]

A "parte capacitiva" é construída como uma bucha "inversa" (como a haste interna está no chão), incluindo camadas capacitivas, a fim de obter uma distribuição uniforme do campo elétrico. Equivalente às buchas, a camada capacitiva mais externa pode ser conectada a um tap capacitivo e a camada interna à alta tensão. A o TC normalmente tem uma camada de alta tensão no exterior que está ligado ao enrolamento primário e equaliza o campo elétrico. Esta camada é feita principalmente de papel condutor ou uma malha de metal. A parte interna da camada de alta tensão é um eletrodo aterrado que é encontrado na maioria dos TC, a qual poderia consistir em uma concha de alumínio sólida formada como uma "rosca" ou poderia ser feita de folha de alumínio. O eletrodo é conectado a uma haste de metal da parte capacitiva que fixa mecanicamente a peça de TC. A camada de alta tensão e o eletrodo são separados pelo isolamento de papel impregnado com óleo (OIP). Em operação, este isolamento tem de suportar o estresse elétrico total. No interior da blindagem metálica (virola), encontram-se os enrolamentos secundários. [6]

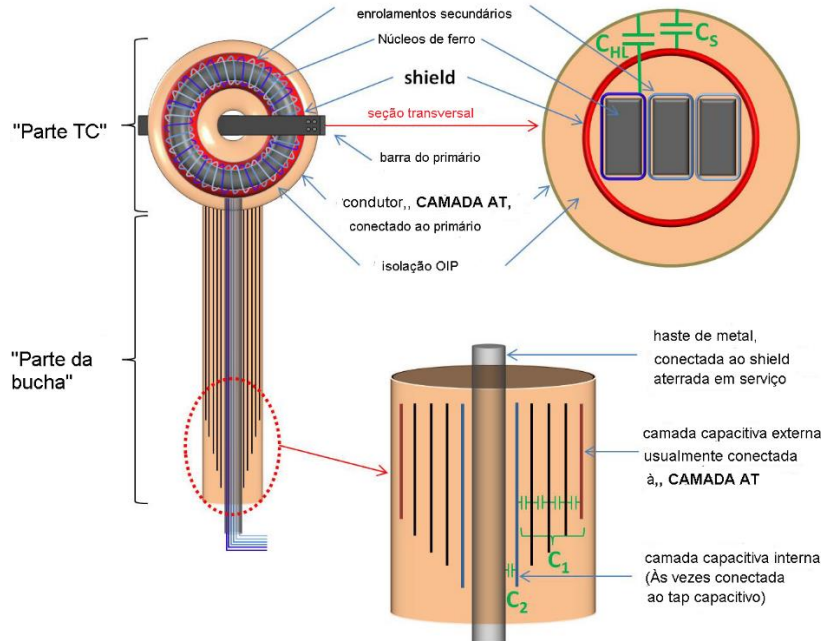


FIGURA 4: Construção interna de um típico transformador de corrente (adaptado de [6])

A figura 5, abaixo, demonstra o circuito utilizado para o ensaio. Se o tap capacitivo estiver disponível, ele deve permanecer aterrado durante o ensaio.

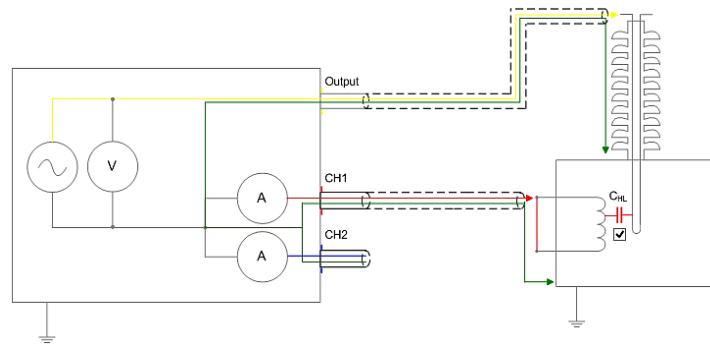


FIGURA 5: Esquema de conexões para ensaio em transformador de corrente

#### 4.0 - ANÁLISE DA RESPOSTA DIELÉTRICA

A umidade influencia diretamente na aferição de grandezas dielétricas, tanto em baixas como altas frequências, como é o caso de: fator de perdas, capacitância e correntes de polarização e despolarização. É sabido que ao se variar a frequência, o fator de perdas apresenta um gráfico em formato de 'S' como mostrado na Figura 6. [7]

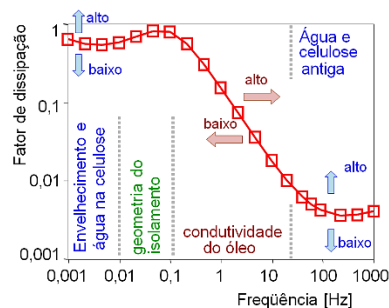


FIGURA 6: Interpretação dielétrica da curva de resposta na frequência (retirado de [7])

A partir da Figura 6, observa-se que a parte do gráfico referentes aos menores valores de frequência, correspondem às condições e propriedades do isolamento sólido do objeto teste. Antes do decaimento contínuo do fator de dissipação são registradas as condições da geometria do isolamento. Essas condições determinam uma elevação à esquerda do registro da condutividade do óleo. A parte central do gráfico, onde há uma rápida variação de valores (rampa para baixo), refere-se à condutividade do óleo. [7]

#### 5.0 - MODELO PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

A determinação da umidade baseia-se numa comparação da resposta dielétrica obtida no ensaio com modelos de resposta dielétrica padrão localizadas em um banco de dados do instrumento responsável pelo teste. O banco de dados já mencionado, constitui-se de medições em várias temperaturas, conteúdos de umidade e óleos utilizados para impregnação. Finalmente, o gráfico de saída é rearranjado por meio de um algoritmo. [7]

Inicialmente, a temperatura do isolamento  $T$ , proveniente da resposta dielétrica  $C(f)$  é adquirida, onde então pode-se calcular a permissividade. Para modelagem, é utilizado o modelo XY (Figura 7), este combina valores de permissividade do papel  $\epsilon_{PB}(f)$  com a permissividade complexa  $\epsilon_{oil}(f)$  (referente ao óleo). Logo, têm-se o cálculo para a resposta dielétrica do isolamento linear e multicamada, onde X se refere aos valores relativos a barras no óleo e Y aos valores relativos aos espaçadores no óleo. [7]

O modelo obtido através das permissividades é então convertido para um modelo capacitivo  $C_m(f)$  e posteriormente comparado com a resposta dielétrica obtida  $C(f)$ . Através deste modelo capacitivo, é possível então mostrar a umidade contida na celulose e a condutibilidade do óleo. O algoritmo mencionado é demonstrado na Figura 9. [7]

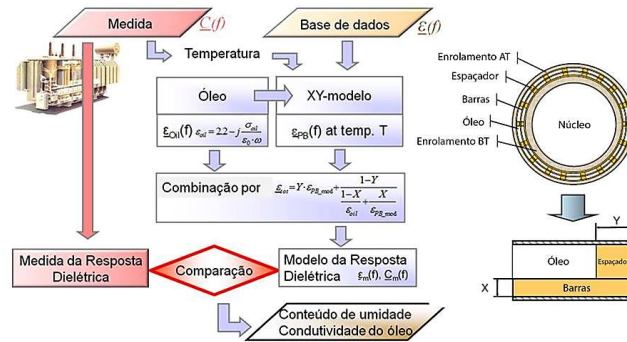


FIGURA 7: Fluxograma do algoritmo à esquerda e representação do isolamento em transformador pelo modelo XY à direita (retirado de 7)

## 6.0 - ESTUDOS DE CASO

### 6.1 TRANSFORMADOR DE CORRENTE IMPERATRIZ-MA

Realizou-se o ensaio de resposta do dielétrico em três transformadores de corrente de um mesmo bay de nível de tensão 550 kV. Foram ensaiados os transformadores fase A, B e V, o ensaio para este último foi realizado duas vezes. Primeiramente, o ensaio foi efetuado antes da realização de uma manutenção, esta consistiu na troca da membrana do TC. Posteriormente, repetiu-se o ensaio para o TC da fase V a fim de verificar se o mesmo havia sofrido contaminação por umidade. O transformador de corrente fase V é mostrado na Figura 8. Os resultados dos ensaios são apresentados na Figura 9.



Figura 8: Fotografia do TC 550 kV fase V ensaiado

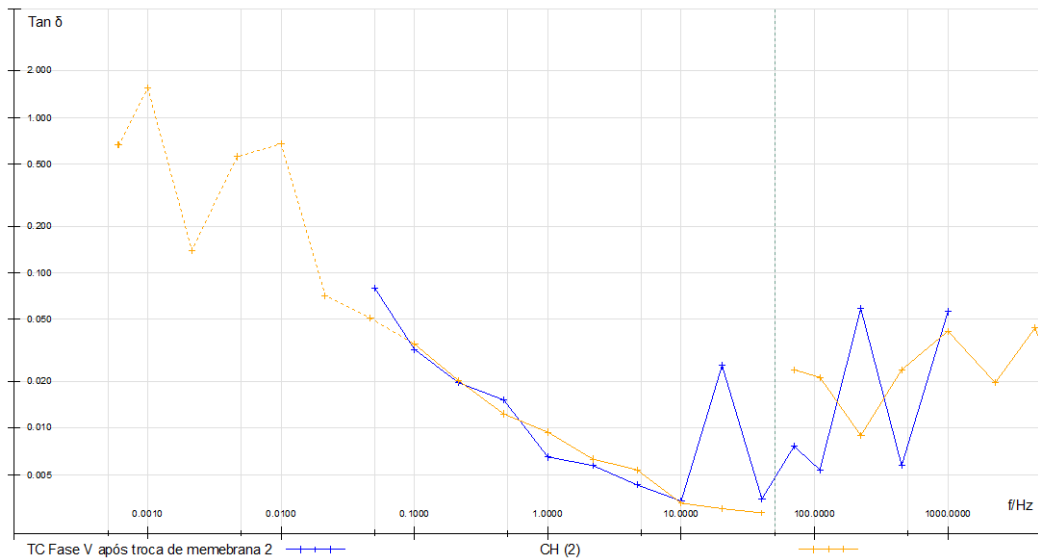


Figura 9: Comparativo dos ensaios de análise de resposta do dielétrico do TC fase V antes da troca da membrana (curva amarela) e após a troca da membrana (curva azul).

Apesar do comportamento não-linear da curva obtida durante o ensaio, foi possível realizar o diagnóstico dos TC com relação à umidade, conforme mostra a Tabela 1. O comportamento não-linear é explicado pela alta indução no momento do ensaio, já que foi realizado dentro da subestação.

Tabela 1 - Diagnóstico dos TC, fases A, B e V com relação à umidade

Equipamento	Condutividade do óleo	Diagnóstico do óleo	Umidade no papel	Diagnóstico do papel	Capacitância em 60 Hz	tan $\delta$ em 60 Hz
Fase A	1,6 pS/m	Muito Bom	1 %	Seco	1,0818 nF	0,2233%
Fase B	1,9 pS/m	Muito Bom	1 %	Seco	1,0914 nF	0,2653%
Fase V (antes da troca da membrana)	380 fS/m	Muito Bom	1,3 %	Seco	1,0709 nF	0,2894%
Fase V (após a troca da membrana)	10 fS/m	Muito Bom	1,6 %	Seco	1,0637 nF	0,3806%

## 6.2 TRANSFORMADORES DE CORRENTE COXIPÓ-MT

### 6.2.1 TRANSFORMADOR DE CORRENTE EM OPERAÇÃO

Nove TC em operação foram ensaiados a fim de se determinar o estado de seus isolamentos elétricos. Seis deles eram nível de tensão 230 kV e os outros três restantes, 138 kV. Os resultados dos ensaios foram compilados na Tabela 2.

Tabela 2: Principais resultados obtidos nas medições de análise de resposta dielétrica em TC de Coxipó.

Equipamento	Condutividade do óleo	Diagnóstico do óleo	Umidade no papel	Diagnóstico do papel	Capacitância em 60 Hz	tan $\delta$ em 60 Hz
TC 1- 230 kV fase A	8 pS/m	Bom	2,9 %	Moderadamente Úmido	823,6975 pF	0,5043%
TC 2- 230 kV fase B	5,5 pS/m	Bom	2,9 %	Moderadamente Úmido	838,4322 pF	0,4499%
TC 3- 230 kV fase V	9,2 pS/m	Bom	2,9 %	Moderadamente Úmido	878,7531 pF	0,6129%
TC 4- 230 kV fase A	1,4 pS/m	Muito Bom	1,6%	Seco	613,7952 pF	0,2741%
TC 5- 230 kV fase B	2,5 pS/m	Muito Bom	1,2%	Seco	610,0543 pF	0,2722%
TC 6- 230 kV fase V	1,1 pS/m	Muito Bom	1,6%	Seco	595,664 pF	0,2936%
TC 7- 138 kV fase A	310 fS/m	Muito Bom	1,1%	Seco	775,478 pF	0,2016%

TC 8- 138 kV fase B	1,2 pS/m	Muito Bom	1,1 %	Seco	734,881 pF	0,2127%
TC 9- 138 kV fase V	1,6 pS/m	Muito Bom	0,7 %	Seco	789,115 pF	0,2563%

Os resultados mostram que os transformadores de corrente 1, 2 e 3 de 230 apresentam teor de umidade no papel acima dos valores considerados normais. Os demais transformadores de corrente ensaiados, apresentam resultados dentro da normalidade.

### 6.2.2 TRANSFORMADOR DE CORRENTE RESERVA

Realizaram-se ensaios de resposta do dielétrico em nove transformadores de corrente 230 kV que estavam armazenados na situação de reserva. A Tabela 3 apresenta os principais valores medidos durante os ensaios.

Tabela 3: Principais resultados obtidos nas medições de análise de resposta dielétrica em TC reserva de Coxipó.

Equipamento	Condutividade do óleo	Diagnóstico do óleo	Umidade no papel	Diagnóstico do papel	Capacitância em 60 Hz	tan $\delta$ em 60 Hz
TC 1	6,9 pS/m	Bom	3,1%	Moderadamente Úmido	811,7432 pF	0,4724%
TC 2	4,7 pS/m	Bom	3,4%	Moderadamente Úmido	838,5338 pF	0,5316%
TC 3	2,4 pS/m	Muito Bom	3,7%	Úmido	794,4673 pF	0,5071%
TC 4	10 fS/m	Muito Bom	1,2%	Seco	768,5444 pF	0,2160%
TC 5	10 fS/m	Muito Bom	1,3%	Seco	796,6365 pF	0,2462%
TC 6	10 fS/m	Muito Bom	1,2%	Seco	784,7928 pF	0,2271%
TC 7	740 fS/m	Muito Bom	2,1%	Seco	1,0328 nF	0,3883%
TC 8	270 fS/m	Muito Bom	1,3%	Seco	1,0676 nF	0,3266%
TC 9	170 fS/m	Muito Bom	1,2%	Seco	1,0066 nF	0,3053%

Os resultados mostram que os TC 1, 2 e 3 apresentam teor de umidade no papel acima dos valores considerados normais, como pode ser visualizado, a seguir, nas Figuras 10, 11 e 12. Os demais TC medidos apresentam resultados dentro da normalidade.

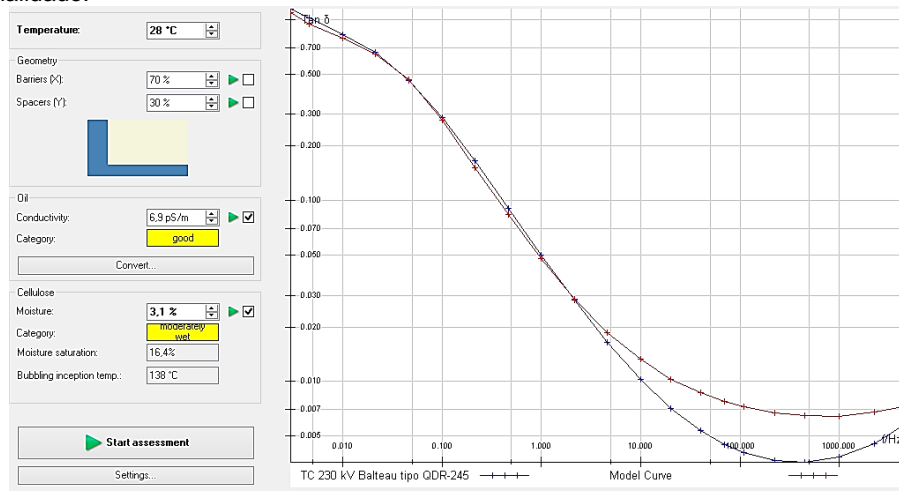


Figura 10: Ensaio de resposta dielétrica para o TC 1

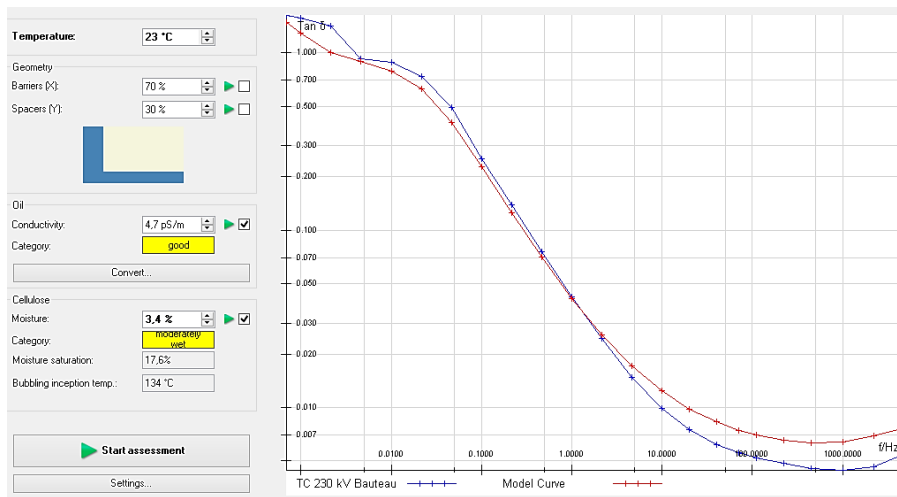


Figura 11: Ensaio de resposta dielétrica para o TC 2

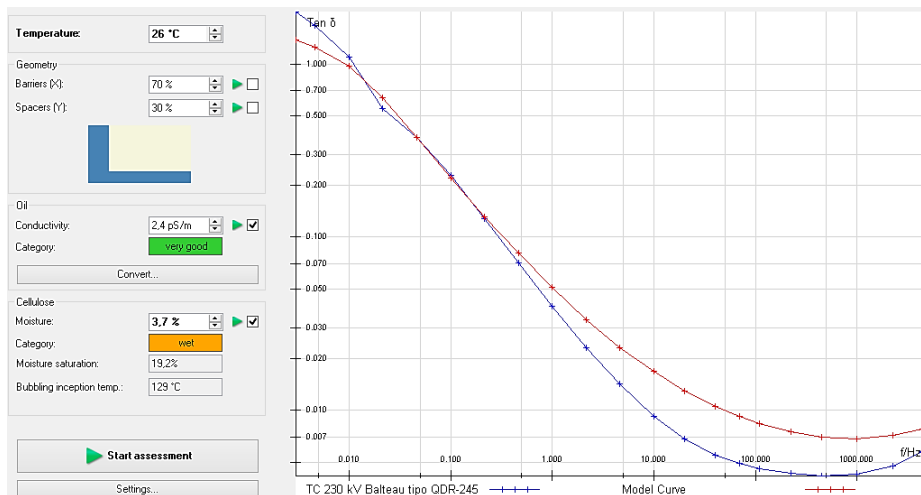


Figura 12: Ensaio de resposta dielétrica para o TC 3

## 7.0 - CONCLUSÃO

Este artigo discutiu alguns dos principais métodos utilizados para o diagnóstico de umidade no papel e condição de degradação do isolamento elétrico de equipamentos de alta tensão. É importante ressaltar que os métodos utilizados são não-invasivos, o que os tornam excelentes aliados para a manutenção preditiva, visto que se permite o conhecimento da condição do equipamento, além de poder diagnosticar eventuais não conformidades. Portanto, há a possibilidade de elaboração de programas de manutenção, capazes de melhorar o desempenho e estender a vida útil dos equipamentos assim geridos.

O primeiro estudo de caso apontou a condição inicial do isolamento de um transformador de corrente 550 kV e como esta se alterou após uma troca de membrana, bem como se comparou os estados dos TC localizados no mesmo bay. O segundo estudo de caso demonstrou o estado do dielétrico de uma série de transformadores de corrente, tanto em operação como reservas, onde se concluiu que a sua maioria apresentava boas condições entretanto, houveram alguns diagnosticados com a isolação sólida com níveis de umidade acima do recomendado.

## 8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. INTERNATIONAL COUNCIL ON LARGE ELECTRIC SYSTEMS. "CIGRÉ 254 Dielectric Response Methods for Diagnostics of Power Transformers". Report of the TF D1.01.09, Paris, 2004.
- [2]. Abhishek Joshi, Pooja Aaradhi, "Dielectric Diagnosis of EHV current Transformer Using Frequency Domain Spectroscopy (FDS) & Polarization and Depolarization Current (PDC) Techniques". International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 11, November-2012.
- [3]. Muhammad Taufik Achmad, Xue-Zhou Wu, Fan Bai, Li-Shuang Cao, Wen-Dong Li, Suwarno, Guan-Jun Zhang, "Impact of Test Voltage Magnitude on FDS Characteristics of Oil-Paper Insulation with Different Aging Conditions". The 19th International Symposium on High Voltage Engineering, Pilsen, Czech Republic, August, 23 – 28, 2015.
- [4]. S. Q. Wang, G. J. Zhang, J. L. Wei, S. S. Yang and M. Dong, "Investigation on dielectric response characteristics of thermally aged insulating pressboard in vacuum and oil impregnated ambient". IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol. 17, no.6, pp. 1853-1862, 2010.



- [5]. M. E. C. Paulino, "Diagnóstico em Campo para Determinação de Umidade em Transformadores", Anais do XIII ERIAC – Décimo Terceiro Encontro Regional Ibero-americano do CIGRÉ, Foz do Iguaçu, Argentina, 2009.
- [6]. OMICRON, "Application Note - Measuring and Analyzing the Dielectric Response of Current Transformers". ANP\_11002\_ENU, 2015.
- [7]. M. E. C. Paulino, "O Estado da Arte das Aplicações para Diagnóstico de Umidade em Transformadores de Potência". Anais do CIDEL Argentina 2010 International Electricity Distribution Congress, Buenos Aires, Argentina, 2010.

## 9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



**Hugo Rafael Freitas Negrão**, nasceu em Belém – Pará, Brasil em 1993. Estudante de engenharia elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Estagiou nas Centrais Elétricas do Norte do Brasil - Eletrobras Eletronorte com ensaios em alta tensão em equipamentos elétricos em 2016. Atualmente está concluindo o curso de engenharia e alinhando a continuidade de seus estudos em Sistemas Elétricos de Potência e Equipamentos de Alta Tensão.



**Fernando de Souza Brasil**, nascido em Belém – PA, em 1983. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2006), graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade do Estado do Pará (2005), Especialização em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Pará (2012), Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (2013) e Doutorado em Engenharia Elétrica (2016). Atualmente é engenheiro de manutenção elétrica das Centrais Elétricas do Norte do Brasil - Eletrobras Eletronorte, atuando nas áreas de ensaios com alta tensão em equipamentos elétricos e monitoração e diagnóstico de transformadores e hidrogeradores.



**Bárbara Medeiros Campos**, Belém-PA, 1981. Graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará em 2003. Concluiu Curso de Mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará em 2005. Atualmente trabalha como Engenheira de Manutenção Elétrica no Centro de Tecnologia da Eletrobras Eletronorte, atuando na área de Engenharia de Alta Tensão e Tecnologias de Transmissão em Corrente Contínua.



**Maria Emília de Lima Tostes**, nasceu em Recife-PE-Brasil em 1966. Formada em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará em 1988, concluiu o mestrado em 1992 e o doutorado em 2003 pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da mesma Universidade. É professora da Faculdade de Engenharia Elétrica e dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará. Suas áreas de pesquisa são qualidade da energia, eficiência energética, sistemas de distribuição de energia, sistemas de aterramento e processos industriais.



**Jorge Augusto Siqueira Tostes**, Belém-PA, 1957. Graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará em 1981. Atualmente trabalha como Engenheiro de Manutenção Elétrica no Centro de Tecnologia da Eletrobras Eletronorte, atuando na área de Engenharia de Alta Tensão.



**Fernando Wilson Sousa Conceição**, Belém-PA, 1965. Graduou-se em Tecnologia em Processamento de Dados pelo Centro Universitário do Pará (2006), Especialização em Banco de Dados pela Universidade do Federal do Pará (2009), Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (2013). Atualmente trabalha como Profissional Médio Operacional das Centrais Elétricas do Norte do Brasil - Eletrobras Eletronorte, atuando com Ensaios Elétricos em Alta Tensão.