

II Encontro Técnico ISA São Paulo na AES Eletropaulo: Transformação Digital no Setor de Energia

Sede da AES Brasil
Barueri – SP

1º de setembro, 8h às 14h



Monitoramento online de gases dissolvidos no óleo do transformador para localização de defeitos e monitoramento da SF6 em Disjuntores e Cabines Blindadas

André Marques - Coordenador Técnico - Instronic Instrumentos de Testes

II Encontro Técnico ISA São Paulo na AES Eletropaulo

Transformação Digital no Setor de Energia

1° de setembro de 2017 - Barueri / SP

Monitoramento online de gases dissolvidos no óleo do transformador para localização de defeitos e monitoramento da SF6 em Disjuntores e Cabines Blindadas

André Marques Orellana

andre@instronic.com.br ; vendas@instronic.com.br

Sumário

Transformadores e umidade

- ▶ Fontes de umidade
- ▶ A umidade no isolamento sólido

Umidade no Óleo

- ▶ A solubilidade da água nos óleos
- ▶ Porcentagens de Saturação Relativa (% RS) e a Rigidez Dielétrica

Dinâmica da Umidade em um Transformador sob carga

- ▶ A taxa de absorção vs. taxa de dessorção
- ▶ Histerese e a nuvem de umidade

Monitoramento *online*

- ▶ Os benefícios do monitoramento *online*
- ▶ Classificação da frota de transformadores baseado em % de RS

Local de Instalação do Sensor

Monitoramento online da Qualidade do Gás SF6 em Disjuntores

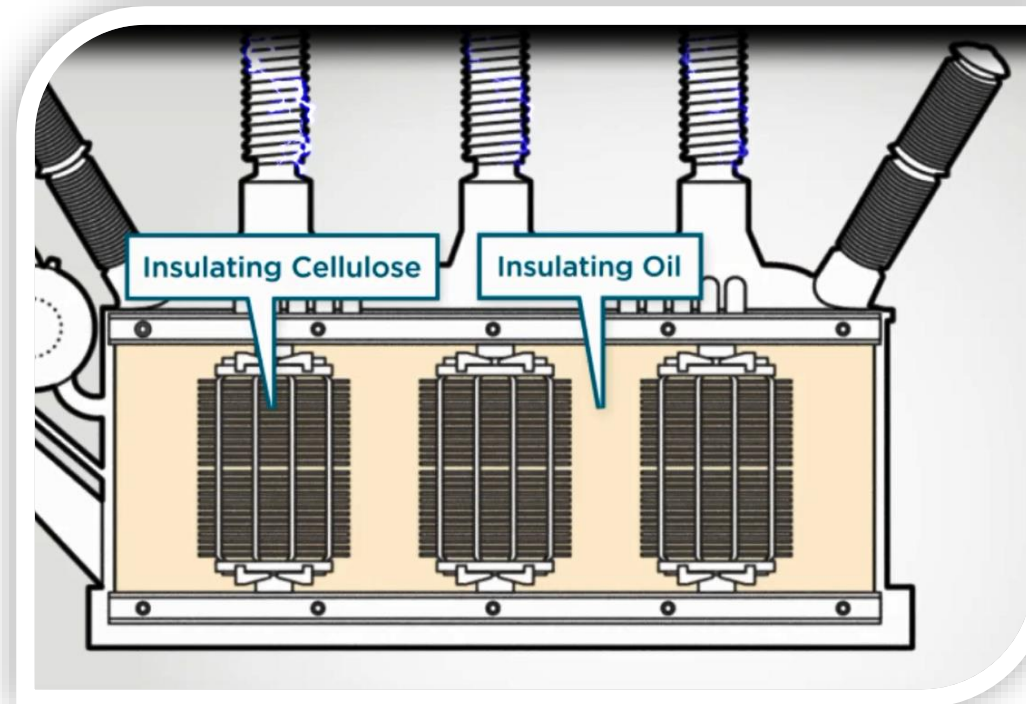
Transformadores e Umidade

II Encontro Técnico
Transformação Digital
no Setor de Energia



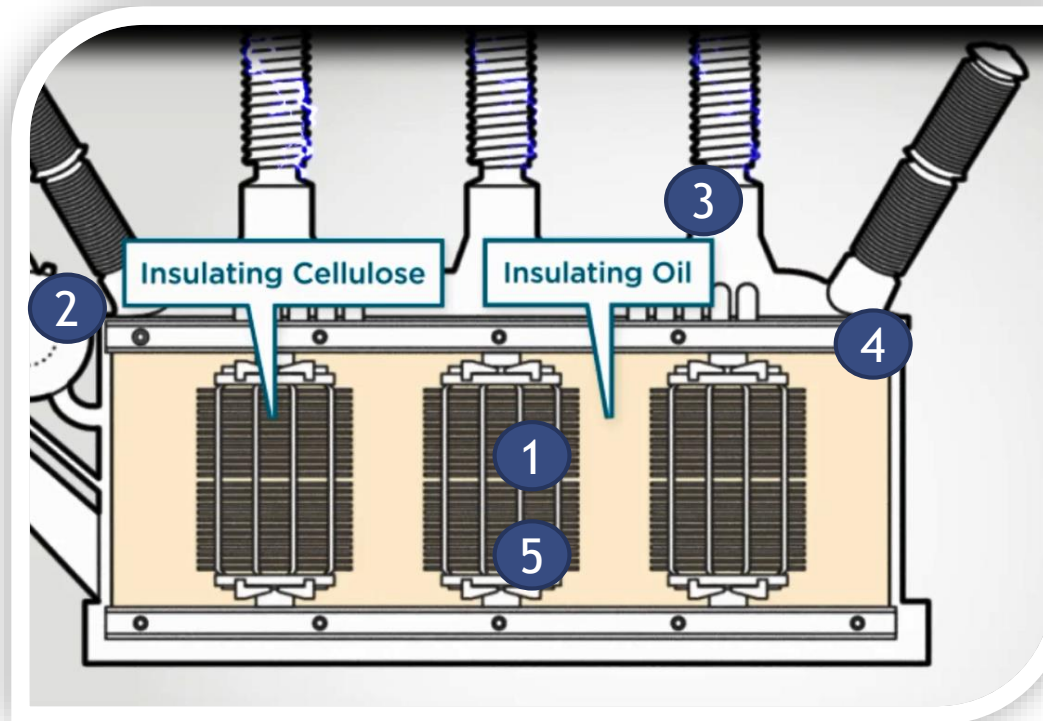
Transformadores e Umidade

- Os enrolamentos dos transformadores são isolados com celulose e imersos em óleo para garantir o isolamento e resfriamento adequados.
- ▶ O isolamento deve estar seco, a umidade produz os seguintes efeitos:
 1. Diminui a rigidez dielétrica
 2. Acelera a decomposição da celulose (envelhecimento)
 3. Aumenta o risco de formação de bolhas em altas temperaturas
 4. Pode condensar durante o resfriamento



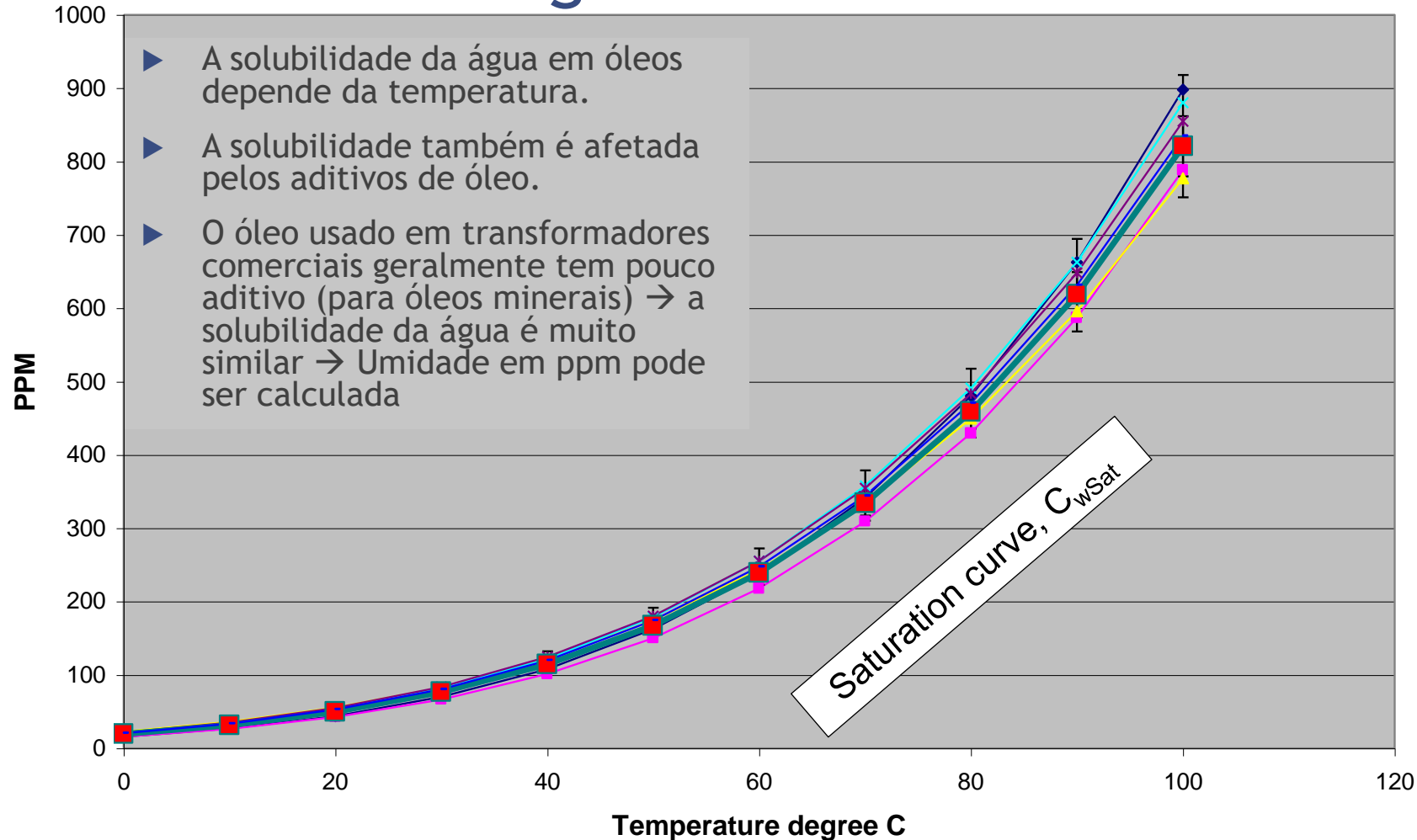
Fontes de Umidade

1. Umidade residual
2. Da atmosfera, por ex.: respiração durante os ciclos de carga (respiradores de desidratação saturados)
3. Fluxo de ar externo úmido através de uma vedação frágil (gerado por gradiente de pressão total).
4. Durante instalação e/ou reparo.
5. Água formada a medida que o papel envelhece.



Umidade no Óleo

Solubilidade da água no óleo mineral



Saturação Relativa do Óleo (% RS)

▶ $\text{ppm}_{(v)} = \text{partes por milhão}_{(\text{por volume})} =$
1 litro de água/1.000.000 litros de óleo

- Saturação Relativa é a relação da concentração de água e a quantidade máxima de água que o óleo pode reter nessa temperatura.

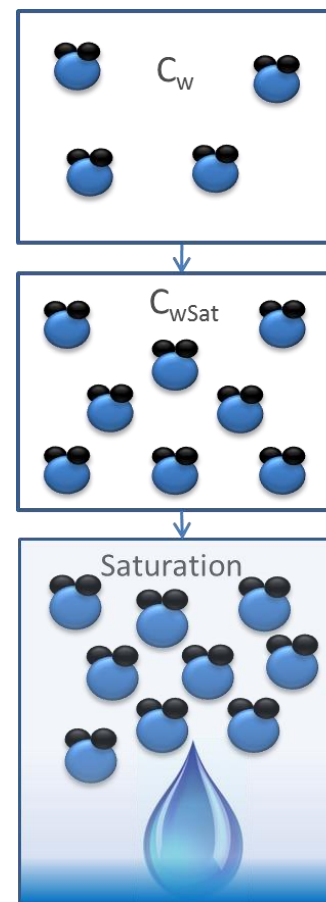
$$\%RS = 100 * \frac{C_w}{C_{wSat}(T)}$$

Onde:

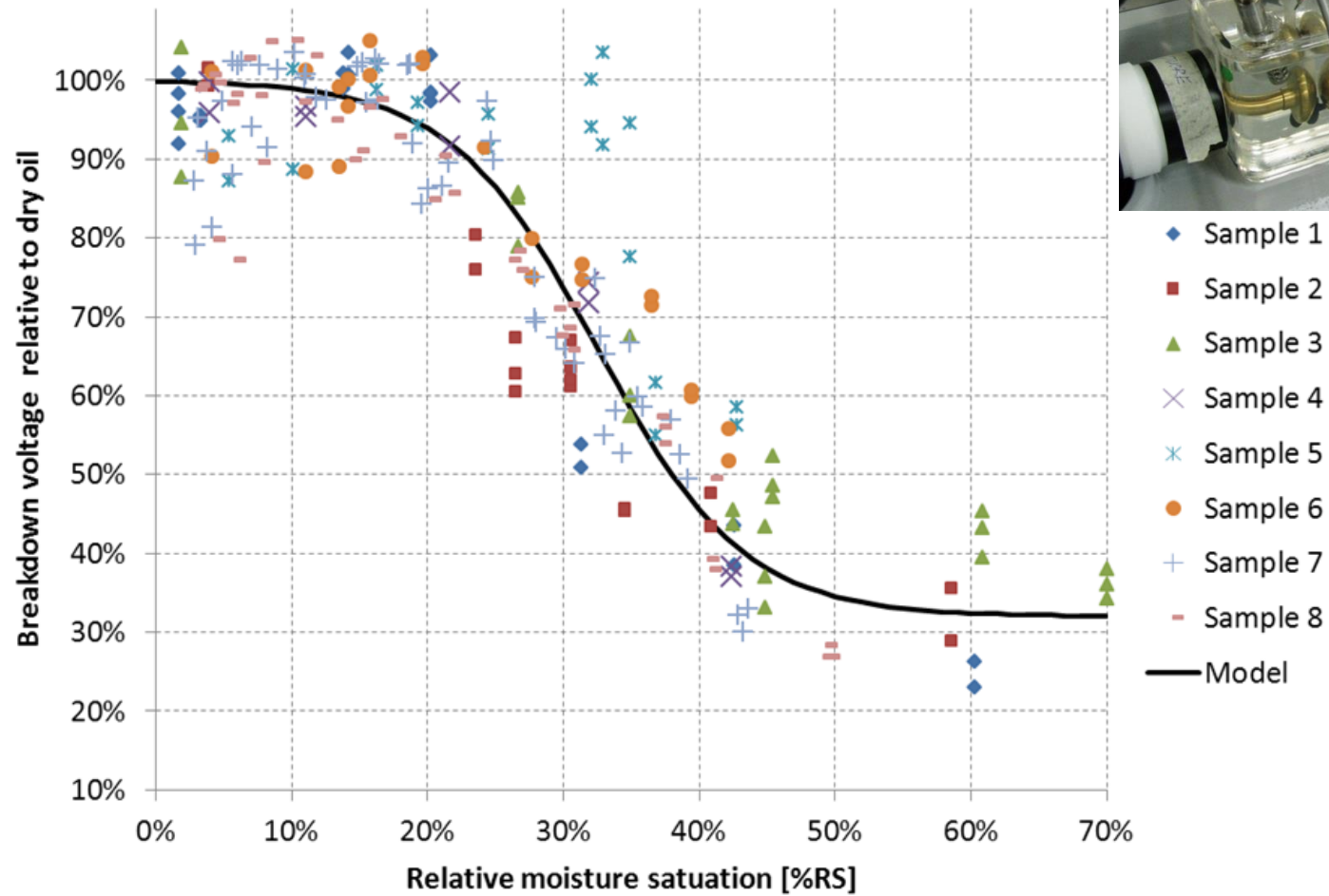
C_w = concentração de água

C_{wSat} = máxima concentração de água em temperatura igual (T)

si $C_w \geq C_{wSat} \rightarrow$ saturação (formação de água em estado líquido)



Efeito de %RS sobre a Rigidez Dielétrica

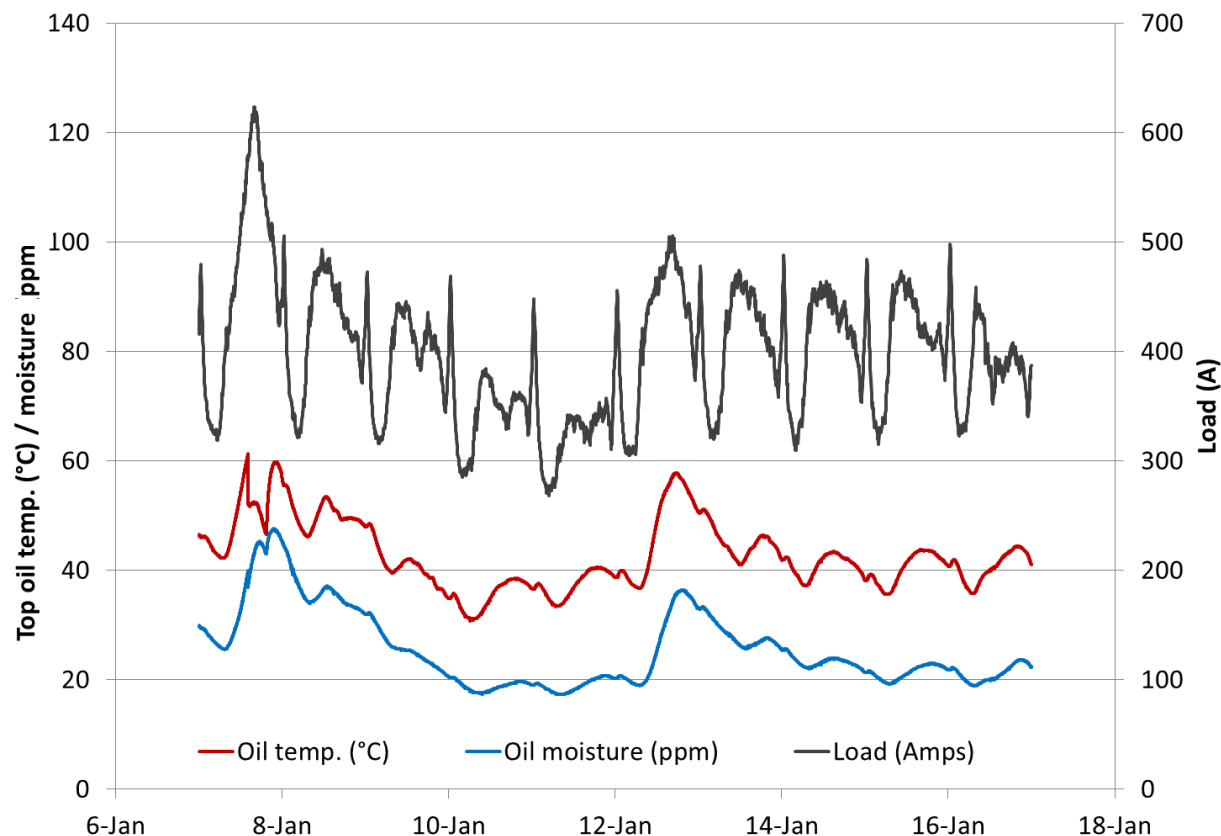


- ◆ Sample 1
- Sample 2
- ▲ Sample 3
- × Sample 4
- * Sample 5
- Sample 6
- + Sample 7
- Sample 8
- Model

A Dinâmica da Umidade em um Transformador sob carga

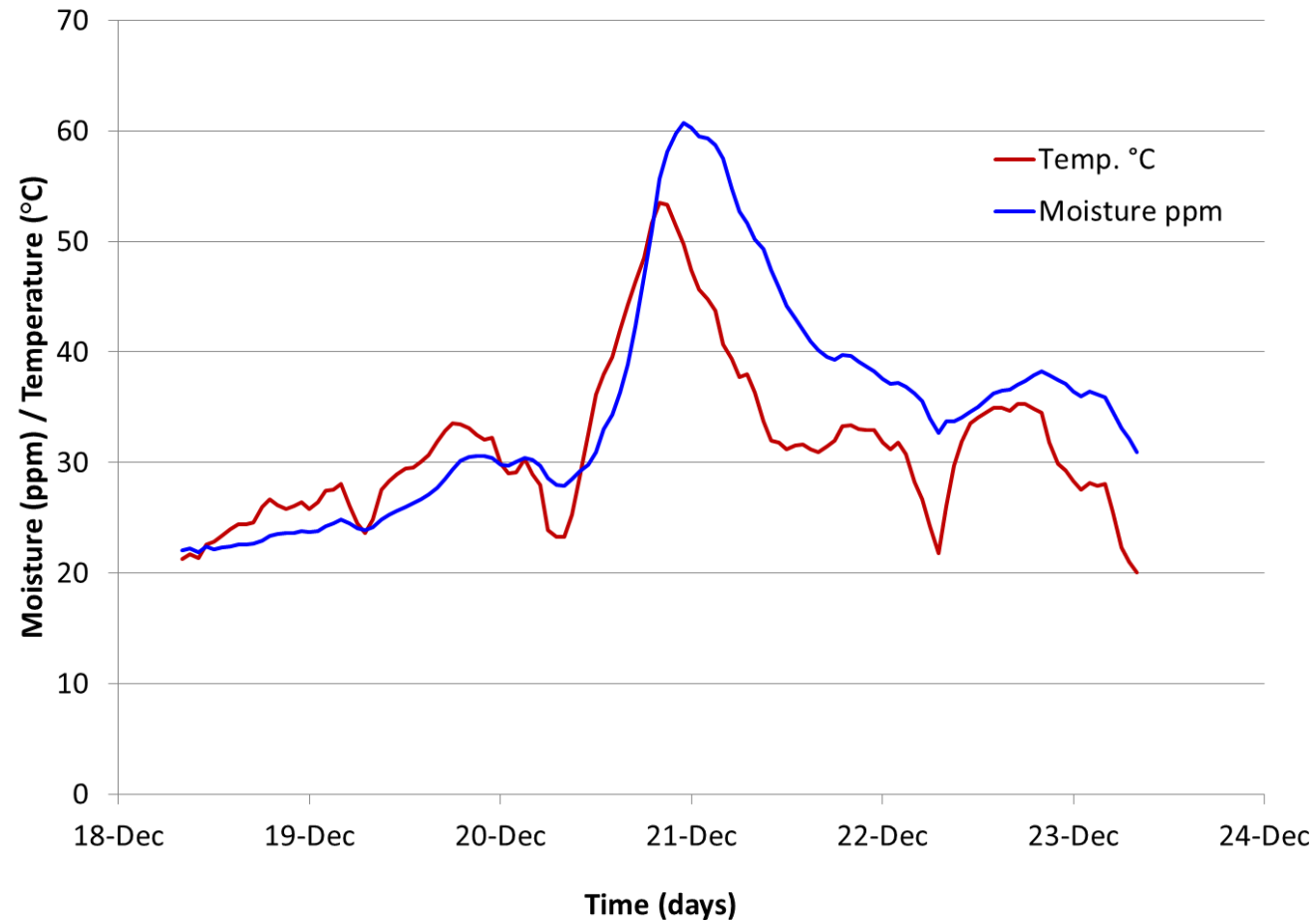
A dinâmica da umidade: carga

- A água é liberada da superfície do isolamento sólido e absorvida pelo óleo com o aumento de temperatura devido à carga.
- Existe uma troca contínua de umidade entre o óleo e o papel durante as flutuações da temperatura.



10 MVA, ONAN transformer

A dinâmica da umidade: taxa de dessorção vs. taxa de absorção

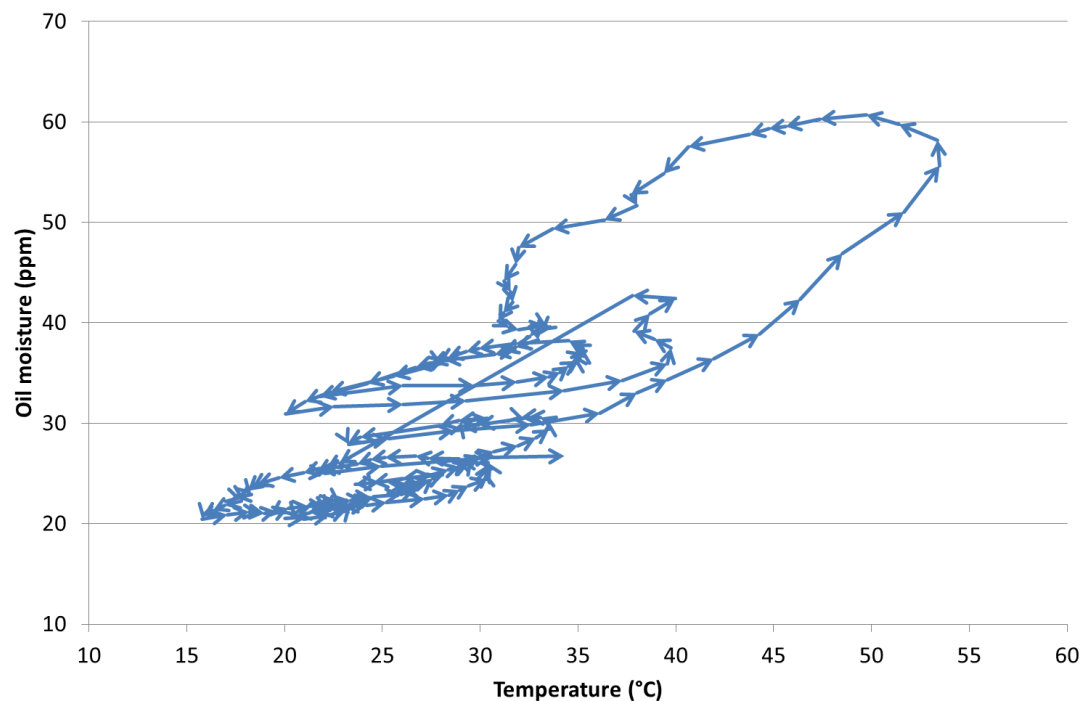


A dinâmica da umidade: histerese

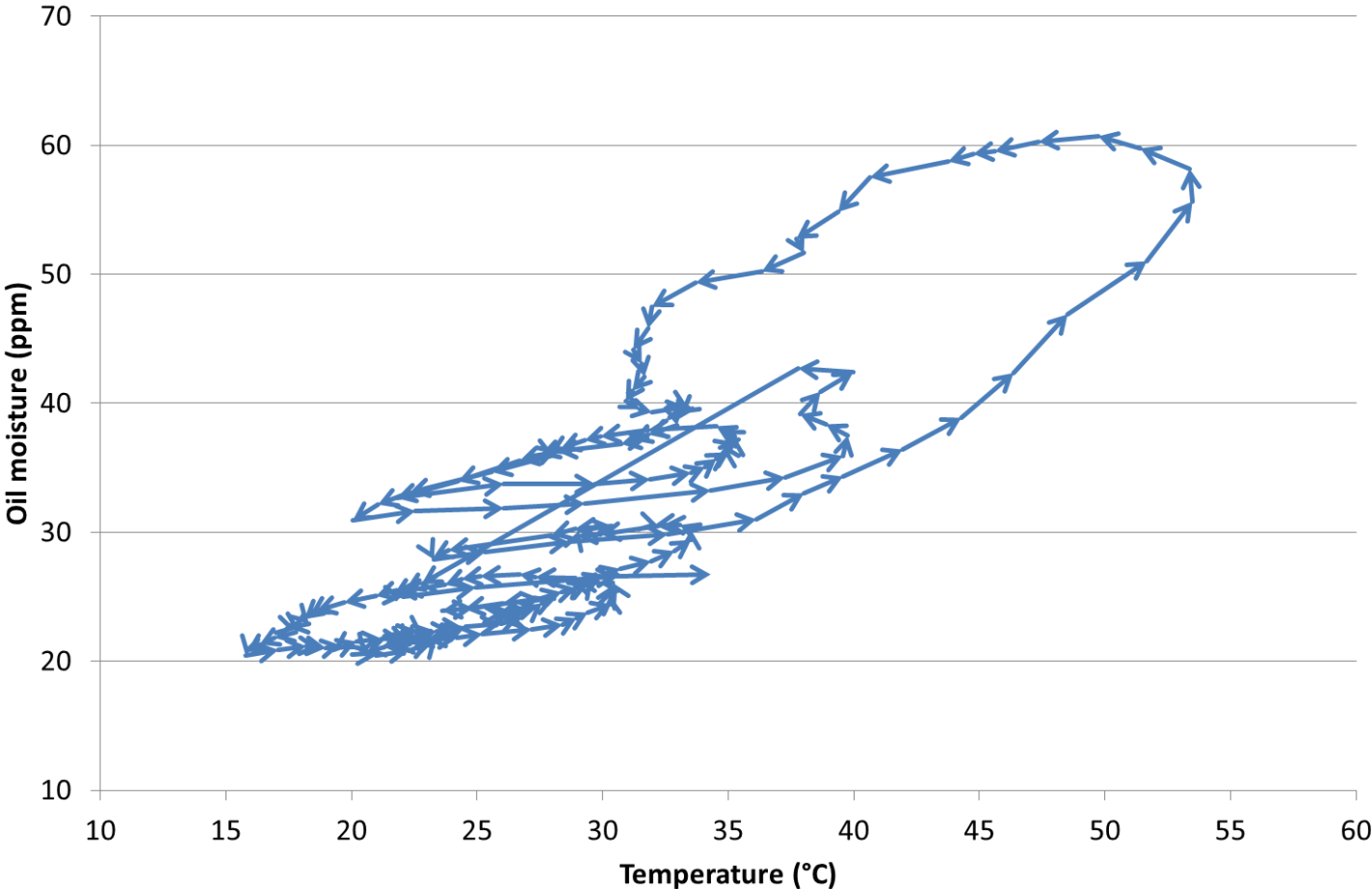
- ▶ A histerese na troca de umidade entre o óleo e a celulose durante as variações de temperatura:

- ▶ Na etapa de resfriamento, o valor em ppm é mais alto na mesma temperatura (que na etapa de aquecimento).
- ▶ Também os ciclos anteriores de temperatura afetam o nível de ppm.

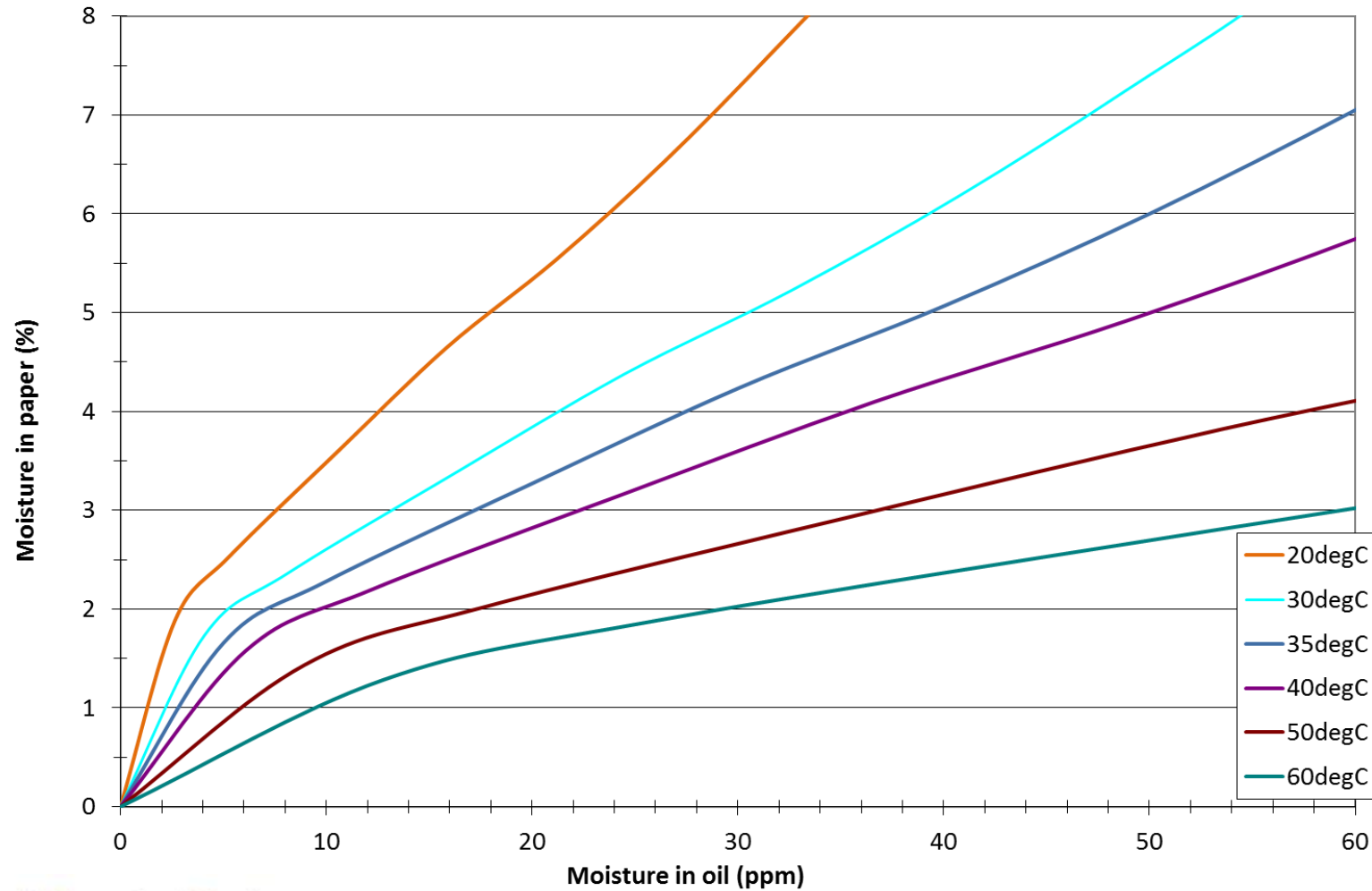
- ▶ Torna a interpretação dos valores ppm instantâneos bastante difícil



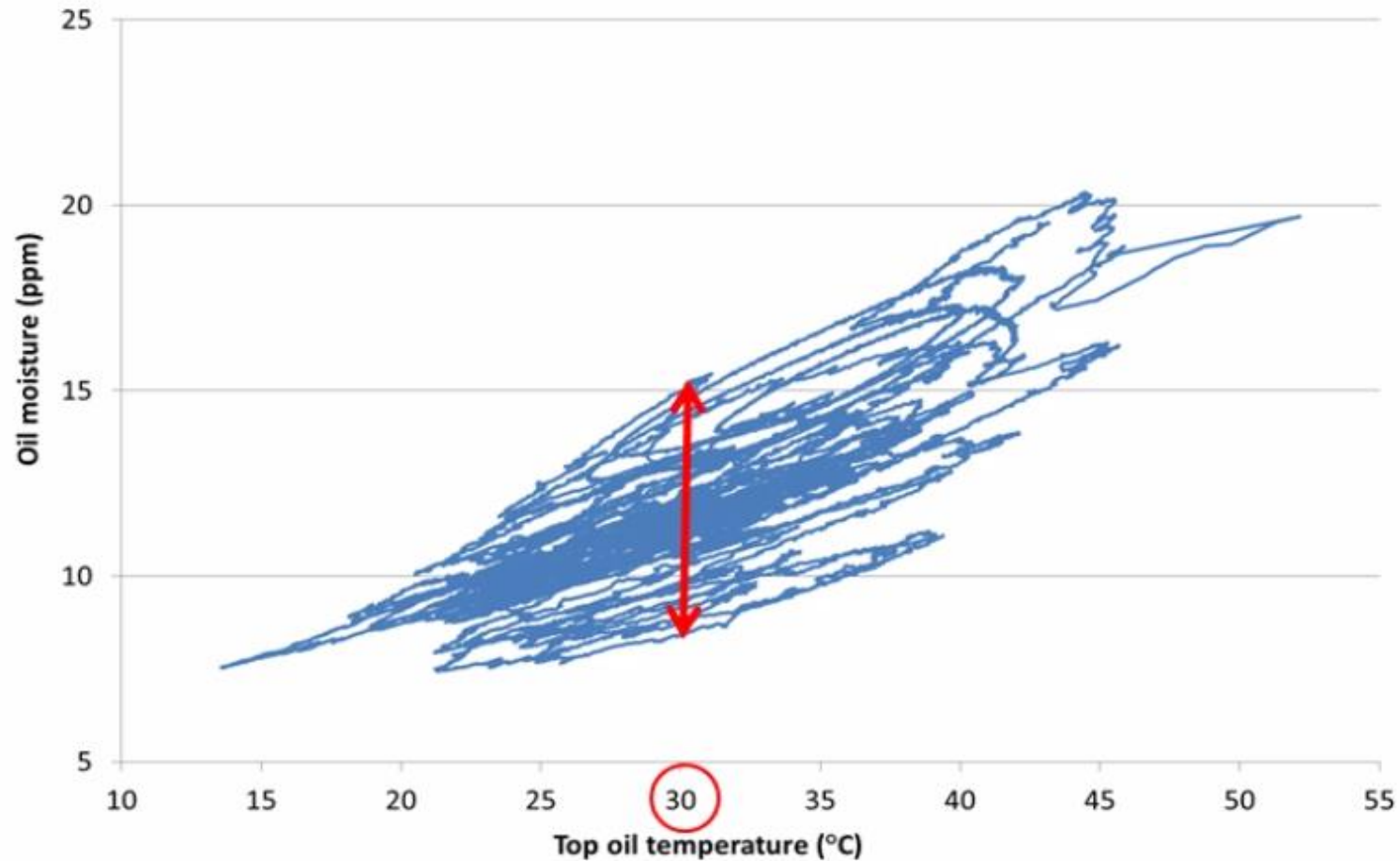
Amostra de óleo de um transformador sob carga: Caso 1 (Histerese)



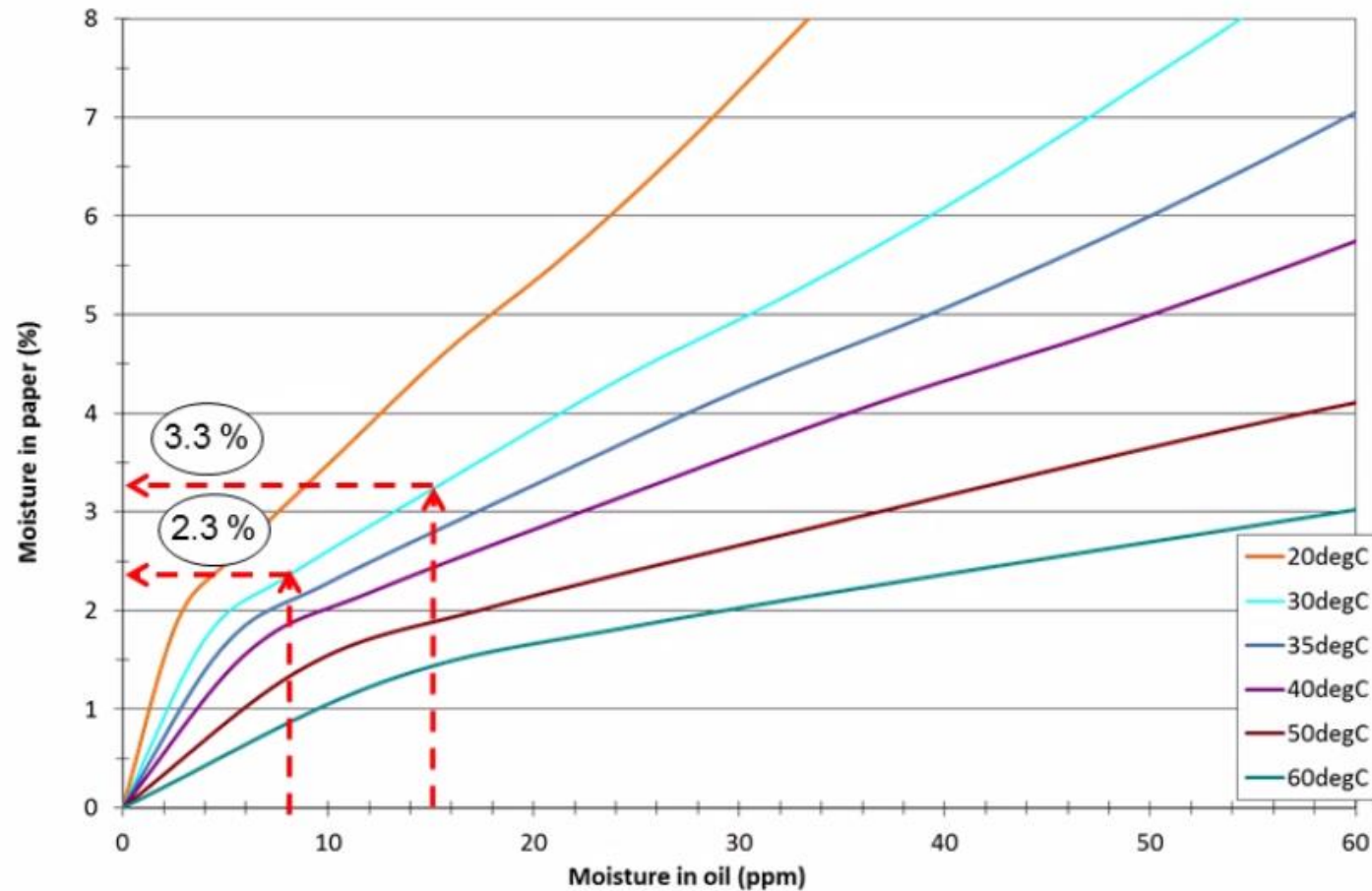
Interpretação da umidade no papel: Caso 1



Interpretação da umidade no papel: Caso 2



Interpretação da umidade no óleo: Caso 2

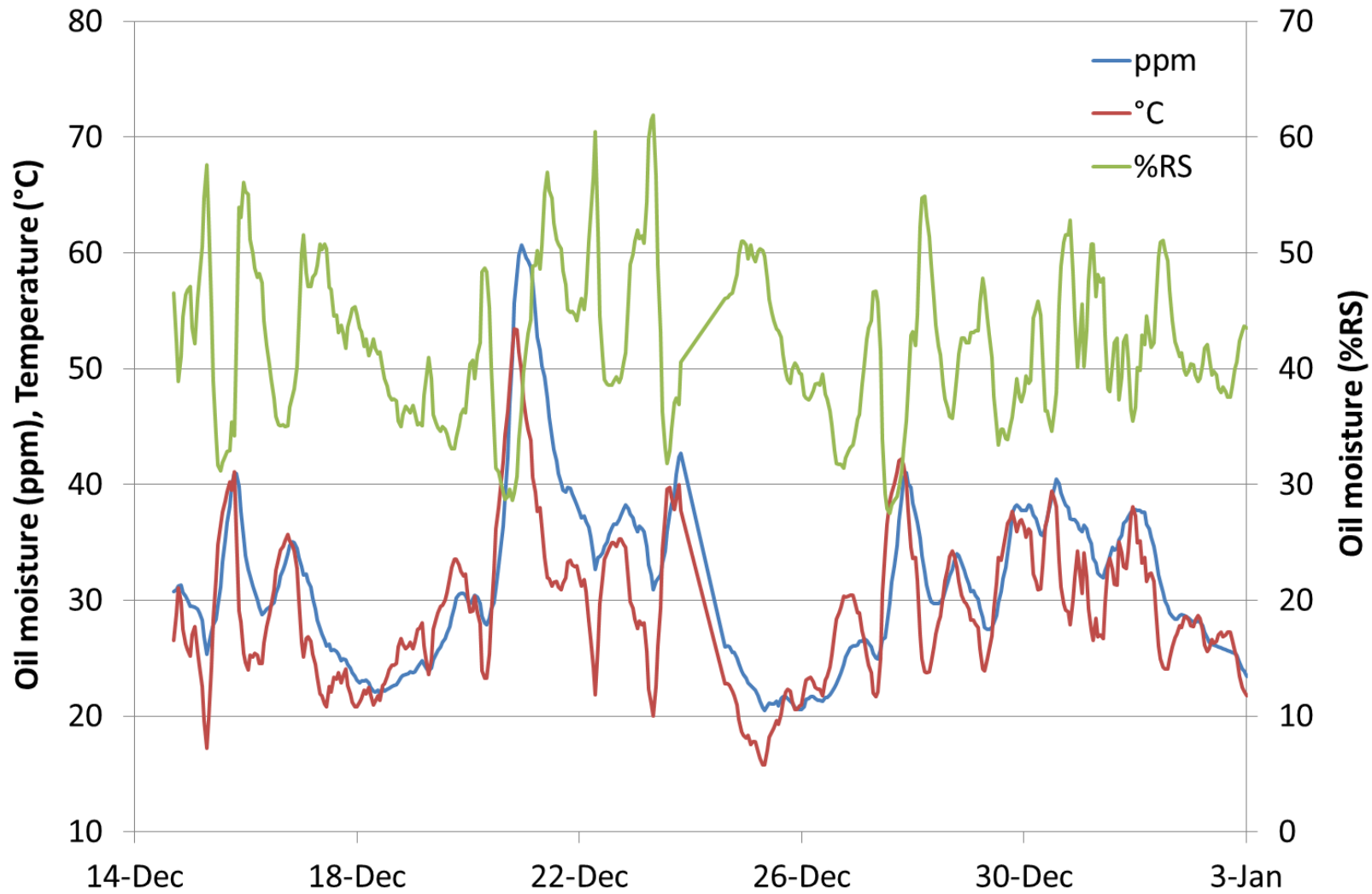


A dinâmica da umidade expressa em %RS

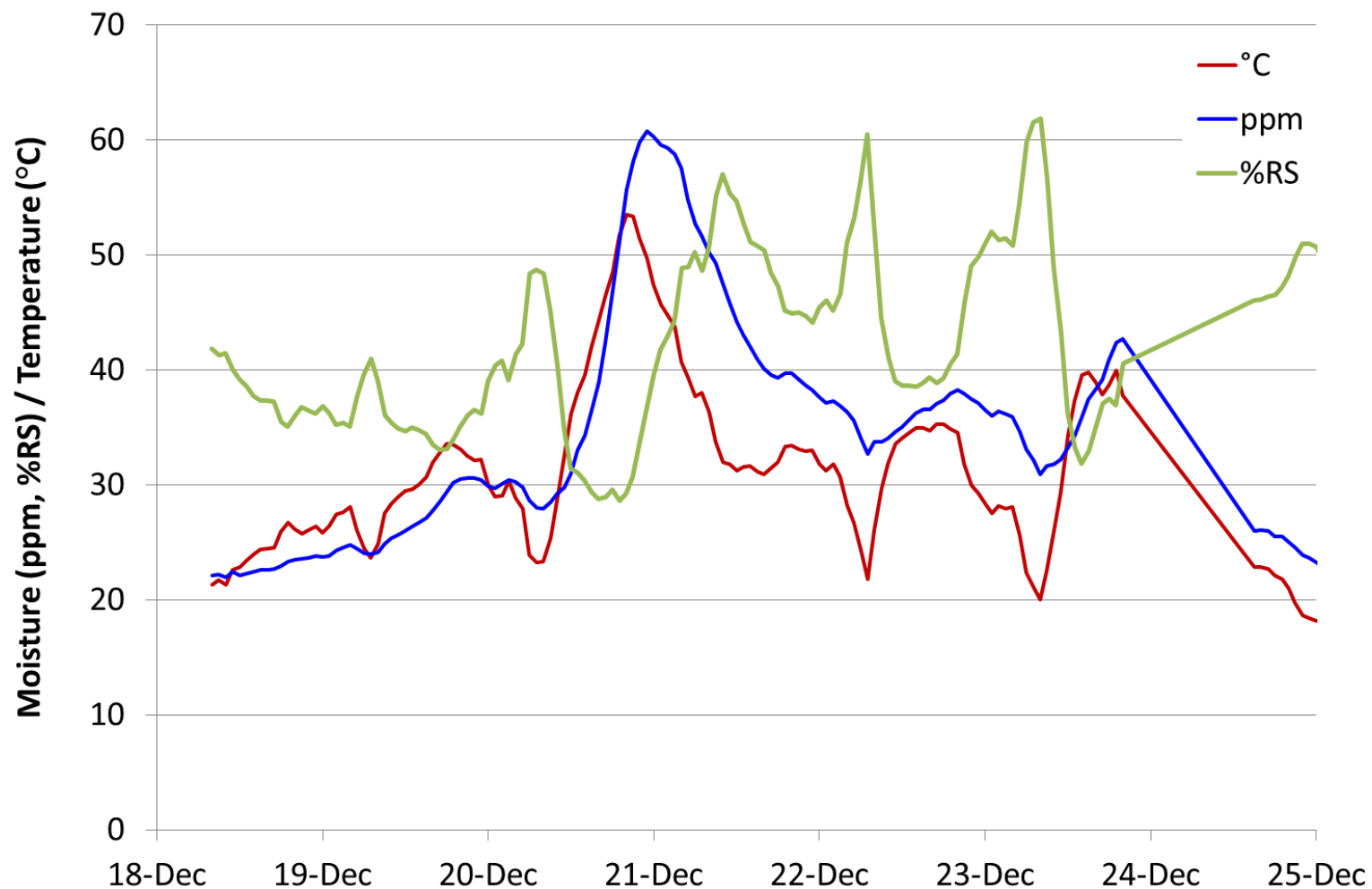
- ▶ No caso de uma queda rápida de temperatura, a % RS do óleo aumenta
 - ▶ Queda na temperatura devido a reduções de carga e/ou mudanças de temperatura durante o dia/noite
 - ▶ Há um risco de saturação do óleo em transformadores
 - formação de água em estado líquido, por exemplo: “chuva de óleo”
 - baixa significativa da rigidez dielétrica do óleo
 - corrosão e oxidação das tubulações
- ▶ É muito raro existir um equilíbrio entre a celulose e o óleo
 - ▶ Devido às variações na carga e temperatura ambiente → há trocas constantes de umidade
 - ▶ Difícil definir o momento exato para extrair uma amostra de óleo



A dinâmica da umidade: %SR do óleo



A dinâmica da umidade : %SR do óleo (os dados em destaque)



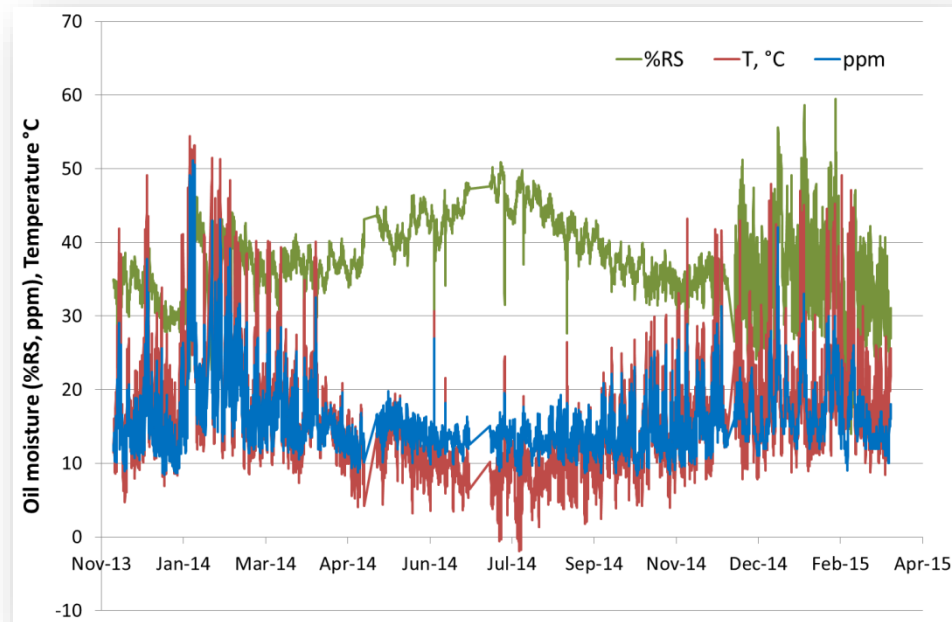
Monitoramento *online*

II Encontro Técnico
Transformação Digital
no Setor de Energia



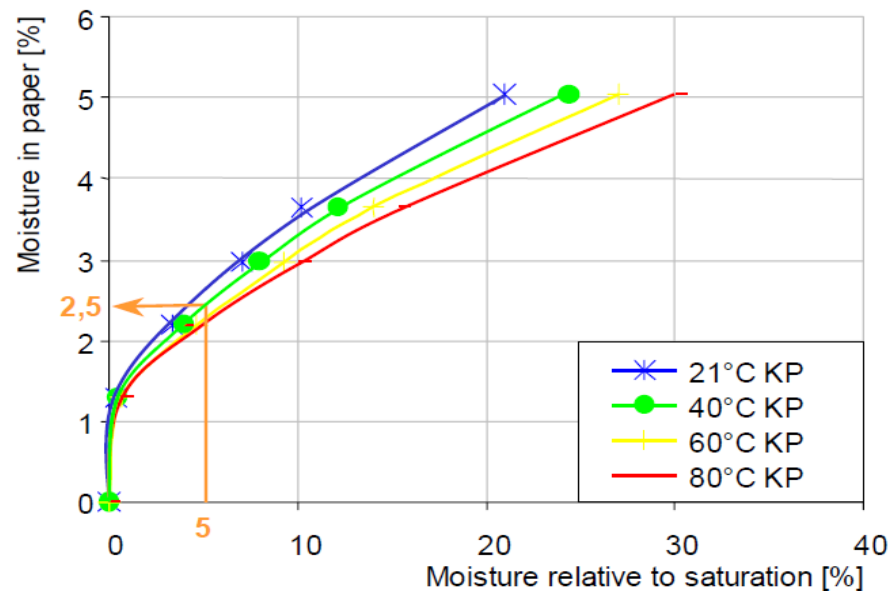
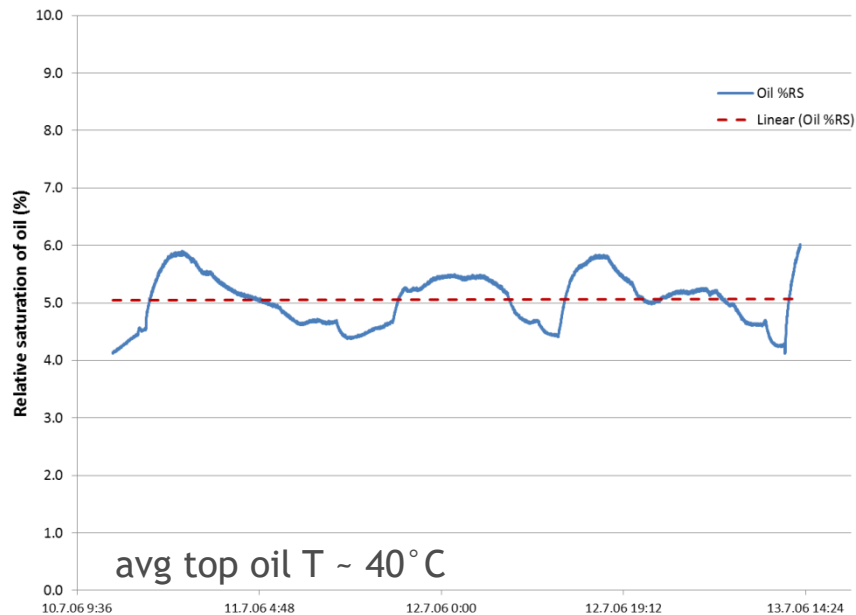
Benefícios do monitoramento *online* da %SR

- ▶ Pode ser mensurado *online*
 - ▶ Apenas o monitoramento em tempo real da umidade fornece uma imagem real dela 24/7/365
- ▶ Indica se a resistência dielétrica está reduzindo por causa da umidade.
- ▶ Indica se há o risco da formação de água livre, por ex. quando se monitora a tubulação de retorno depois do radiador.



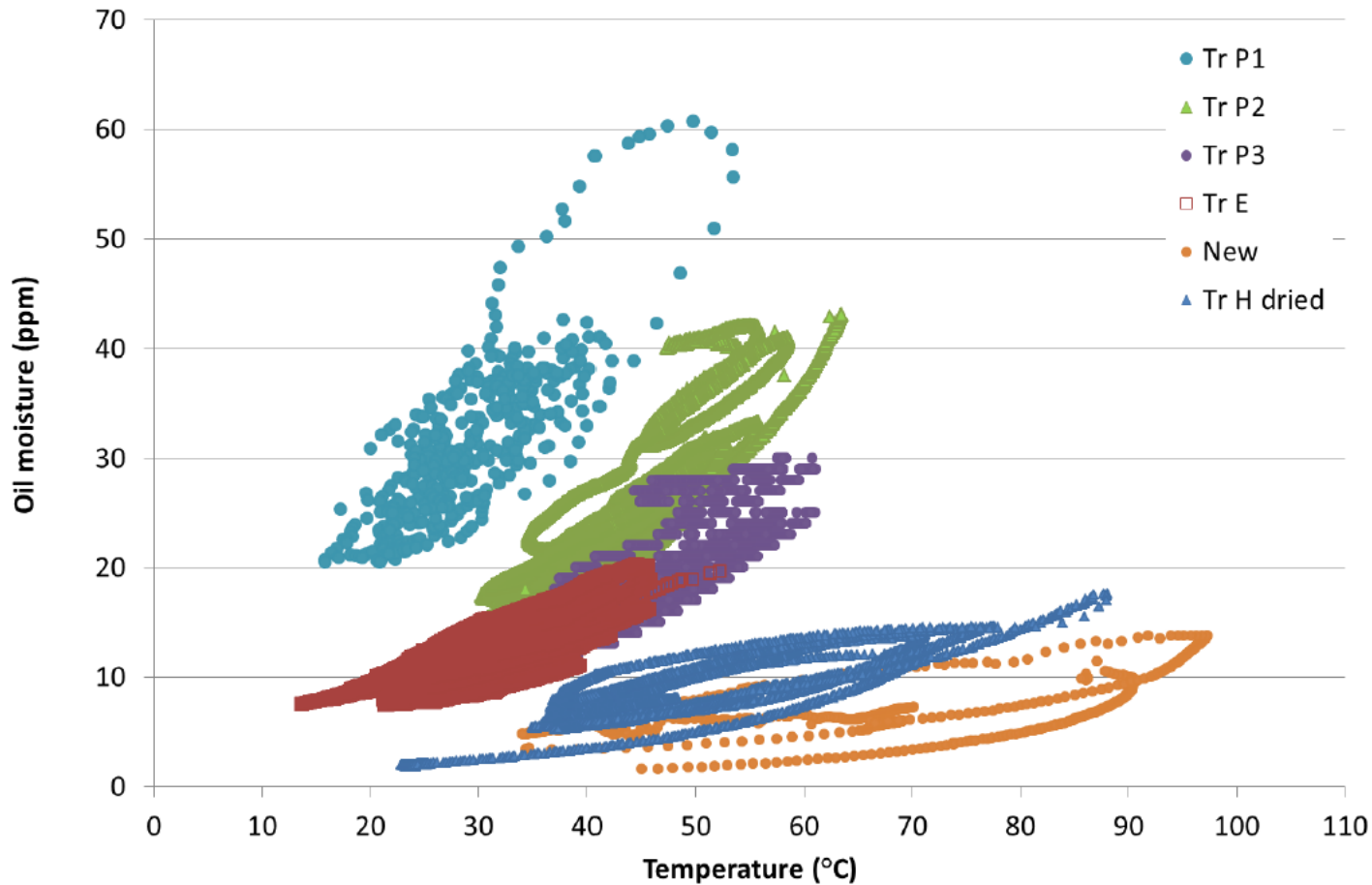
Benefícios de monitoramento da %RS

- ▶ Fornece melhor indicação da umidade no isolamento sólido, independentemente do tipo de óleo ou do prazo.
- ▶ Calculando a média da %RS *over time*, obtém-se um valor de umidade mais confiável

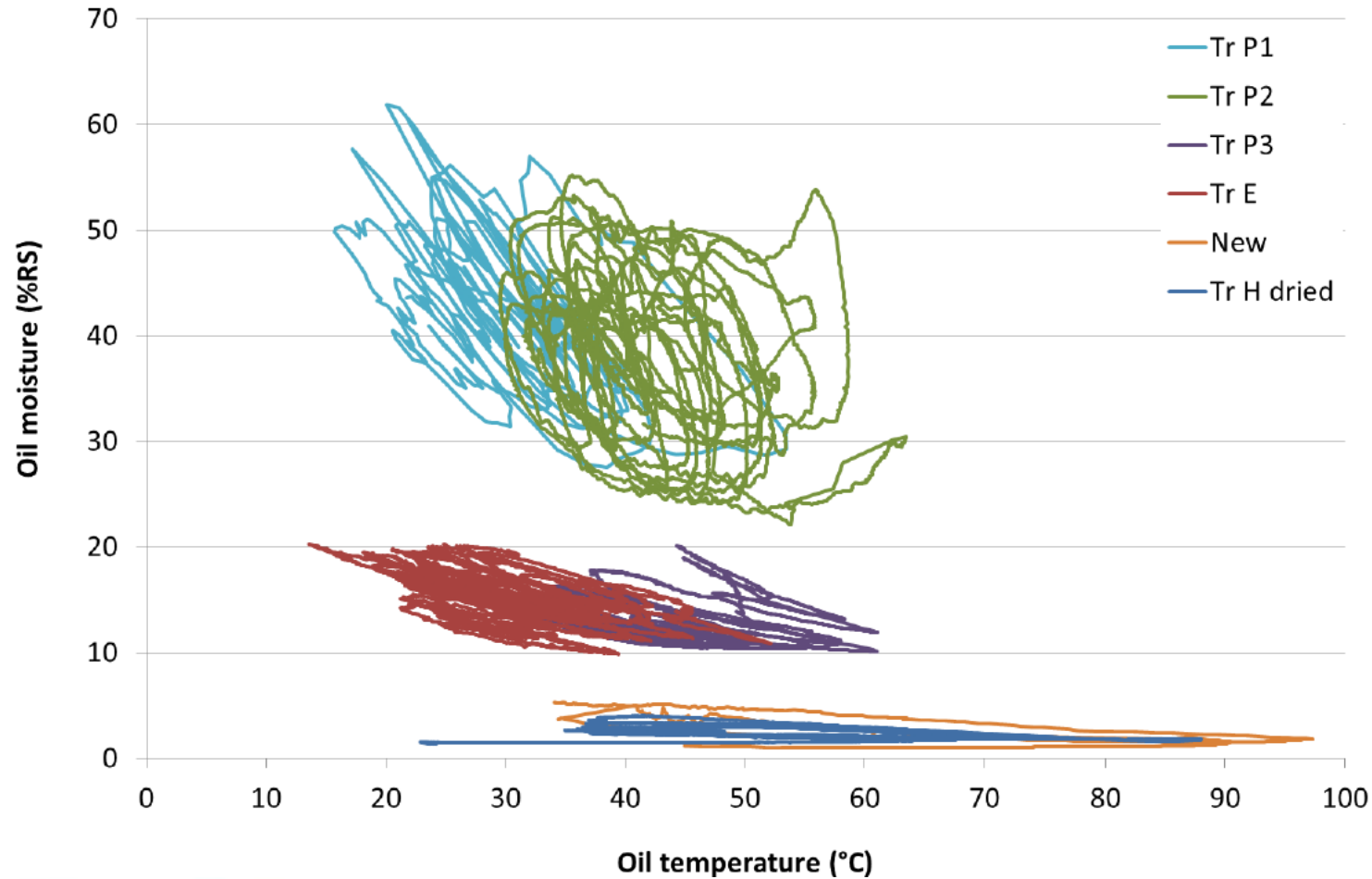


ref. Cigre Brochure 349, WG A2.30

Qualificando uma frota de Transformadores (PPM)



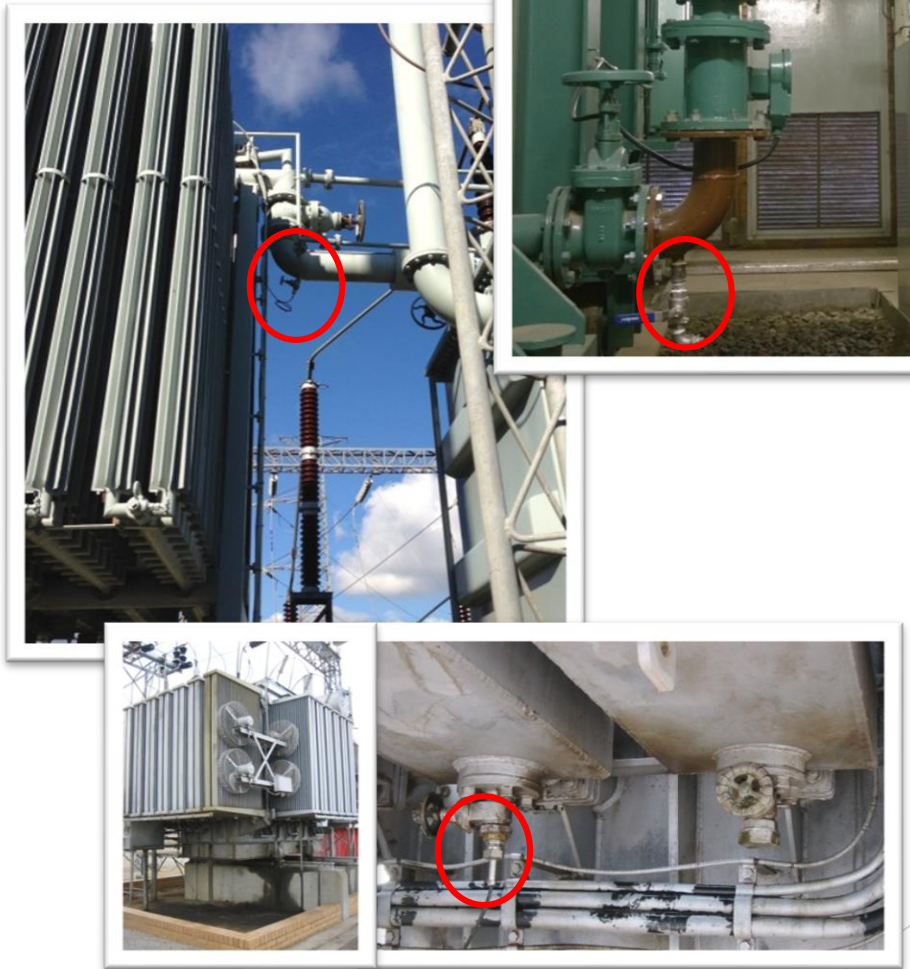
Qualificando uma frota de Transformadores (%RS)



Instalação do Sensor

Exemplos de instalação

- ▶ O sensor deve ser instalado em um local onde o óleo circule livremente em sua volta.
- ▶ Os lugares mais indicados ficam ao longo da circulação do sistema de resfriamento do óleo → o óleo mais representativo.
- ▶ Evitar lugares sem saídas e os finais das curvas das tubulações.
- ▶ É importante notar que se o sensor não estiver em contato com o óleo representativo, é possível que não se obtenha uma medição completa da variação da temperatura e umidade do óleo.



Monitoramento online da Qualidade do Gás SF6 em Disjuntores

Monitoramento online da Qualidade do Gás SF6 em Disjuntores

- ▶ O Monitoramento on-line de gás SF6 garante a integridade e a quantidade do Gás. Mantendo o vapor de água em mínimo evita-se a formação de produtos de decomposição secundária indesejados, arcos elétricos e falha do equipamento.
- ▶ O Transmissor Multiparâmetro pode monitorar o ponto de orvalho, pressão e temperatura, calculando a densidade, pressão normalizada, ponto de orvalho na pressão atmosférica e PPM.



Monitoramento online da Qualidade do Gás SF6 em Disjuntores

- ▶ A coleta de dados pode ser feita de forma local e de fácil realização através de um medidor/coletor de mão, com rápido tempo de resposta e registro de dados interno otimizando o tempo de coleta ou também pode ser realizado em modo remoto através de rede 485/Modbus.
- ▶ Em célula única realiza a medição do ponto de orvalho, da pressão do gás e da pressão atmosférica ambiente, sendo necessário uma quantidade mínima de gás para a amostragem, permitindo o recolhimento e a reciclagem do Gás SF6.



Obrigado por sua participação!



Monitor DGA
Vaisala OPT100



Nossa Competência

Somos provedores de tecnologia aplicada a testes e monitoramento em sistemas de manutenção preditiva e corretiva, medição e proteção.

- Fabricação de equipamentos especiais.
- Desenvolvimento de novas aplicações.
- Treinamento, cursos e seminários.
- Serviços de comissionamento e start-up.
- Reparo e calibração de instrumentos.



Soluções para Testes e Ensaios em: Materiais Isolantes e Equipamentos



Multifuncional para Ensaio de Transformadores e Subestações

- Transformadores de Potencial.
- Monofásico e trifásicos.
- Transformadores de Medição TP'S e TC's.
- Disjuntores e Seccionadoras.
- Para raios.
- Relés.



Leve e portátil .
Fácil Manuseio por único operador.
Display Touch Screen, com ferramentas amigáveis, intuitivas e bem definidas.



Soluções para Monitoramento e Diagnóstico em Transformadores

Detectores e Analisadores de Gases Dissolvidos e Umidade

Gases Dissolvidos + Umidade



On-line

Linha OPT100

DGA com processo de medição por Sensores ópticos de Infra Vermelho (IR) protegidos de contaminação, otimizados com desempenho excepcional e independente da temperatura e da pressão do óleo.

Gases Dissolvidos + Umidade



Off-line

Linha MHT 410

Monitora o composto de 04 gases : Monóxido de Carbono (CO); Dióxido de Carbono (CO₂), Acetileno (C₂H₂) e Etileno (C₂H₄).

Soluções para Testes e Ensaios em: Relés de Proteção e Transdutores

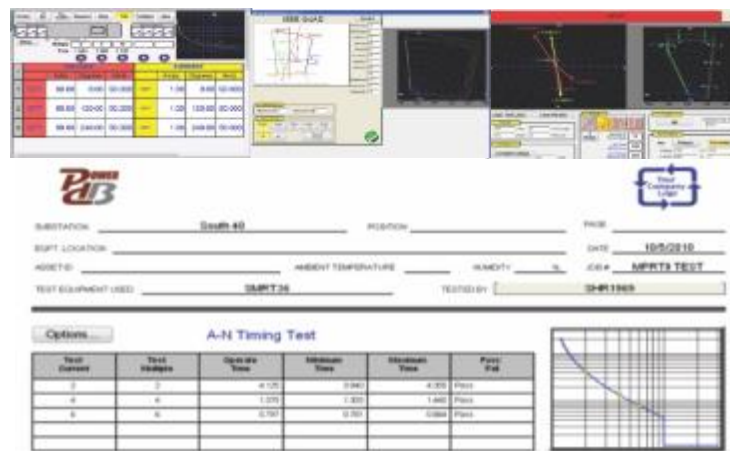
Unidades portáteis polifásicas para ensaios de relés

Familia FREJA 54X



Possui tela de LCD Touch Screen, para Programação e Análise, possibilitando uso de forma Stand Alone, sem a necessidade de Notebook ou PC.

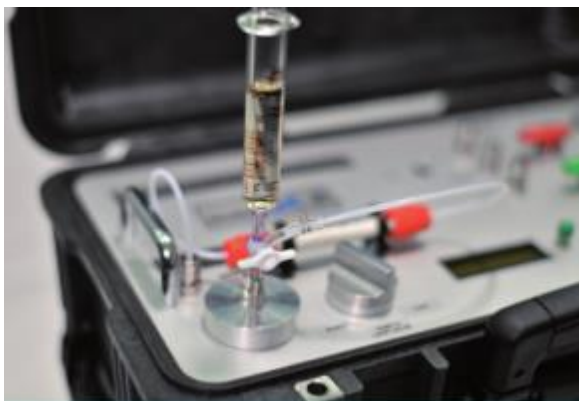
Até 10 canais simultâneos 4U(300) + 6I (60A), reversíveis em 1U(300V) + 9I (6 x 60+3 x 15)



Soluções para Testes e Ensaios em: Materiais Isolantes e Equipamentos

Cromatográfico portátil de Gases Dissolvidos

- Possui procedimento de medição totalmente automatizado em acordo com normas internacionais ASTM D 3612 e IEC 60567;
- Injeção de amostra automática e direta;
- Alta sensibilidade da desgasificação do vácuo e do Gás Cromatográfico;
- 2 Versões 7 ou 11 Gases : Hidrogênio (H₂); Monóxido de Carbono (CO); Dióxido de Carbono (CO₂); Metano (CH₄); Acetileno (C₂H₂); Etileno (C₂H₄); Etano (C₂H₆); CicloPropano (C₃H₆); Propano (C₃H₈); Oxigênio (O₂); Nitrogênio (N₂).
- Sistema expete para rápidas e simples conclusões em acordo com IEC60599, Relação de Rogers, Durval, e outros.



Soluções para Testes e Ensaios em: Disjuntores, Religadores, Chaves Seccionadoras



Monitoramento para Gás SF6

Qualidade, Quantidade, Transmissor, Coleta de dados, Medição do Ponto de Orvalho.

Unidade para Ensaios em Câmaras à Vácuo

Unidade para verificação de câmara a vácuo aplica diretamente de 10 a 60KV CC estabelecendo a condição de aceitação da câmara.



Microhmímetros

Hand Held
10/100/200/600A



Tipo
Hand Held
200A

Soluções em: Termografia

Imagem térmica + Real + Laser

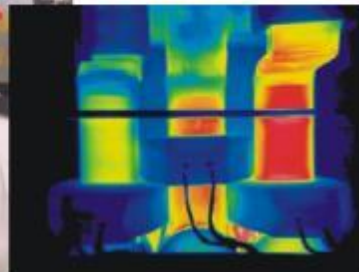


Imagem Térmica Imagem Real Composição de imagem térmica + real

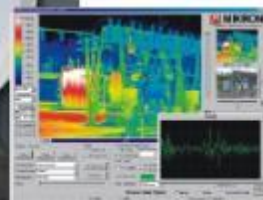
Séries R500 e R400



Inspeção em Painéis



Termografia + Ultra-som



Soluções para: Análise Estrutural



Janelas Multitecnologia

Dispositivos de Segurança para Manutenção Elétrica



Sensor de diferencial de temperatura sem fio



II Encontro Técnico ISA São Paulo na AES Eletropaulo Transformação Digital no Setor de Energia

1° de setembro de 2017 - Barueri / SP

Perguntas

André Marques Orellana
andre@instronic.com.br