

GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE ALTA TENSÃO - GSE

IMPLANTAÇÃO DA TÉCNICA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA NO SISTEMA DIANE DO CEPEL A PARTIR DA INTEGRAÇÃO COM O SOFTWARE DAS CÂMERAS DA FLIR

**CLEINER DA SILVA ASSIS(1);WANDRÉ MATOS DE MEDEIROS(2);CHRISTIAN DUCHARME(3)
CENTRAIS ELETRICAS DO NORTE DO BRASIL S/A ELETRONORTE(1);ELETROBRAS
ELETRONORTE(2);CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELETRICA CEPEL(3)**

RESUMO

A Eletronorte adota a técnica de inspeção termográfica como uma das principais do plano de manutenções em subestações, publicando uma nova Instrução Técnica sobre o tema. O Sistema DianE, desenvolvido pelo CEPEL, foi atualizado tornando a ferramenta computacional aderente aos conceitos da referida ITM. Essa atualização permitiu a integração do sistema com as câmeras da FLIR, possibilitando a interpretação das imagens obtidas nas inspeções. Assim, os parâmetros das inspeções termográficas ficarão cadastrados na ferramenta, gerando um banco de dados consolidado das inspeções realizadas nos equipamentos e com a automatização dos procedimentos, reduzindo a carga de trabalho dos termografistas na Eletronorte.

PALAVRAS-CHAVE

Manutenção, Preditiva, Termovisão, Termografia, DIANE

1.0 INTRODUÇÃO

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) vem passando por constantes desafios que implicam numa busca incessante por otimização em todos os processos referentes à operação e manutenção (O&M) dos ativos de transmissão e geração de Energia Elétrica no país. A lei 12.783/2013 imputou às empresas do setor elétrico, principalmente as controladas pelo governo, uma necessidade iminente de redução de custos com O&M.

A engenharia de manutenção tem um papel fundamental nas empresas de transmissão de energia no que tange a efficientização de custos de O&M. A partir da resolução ANEEL 669/2015, consolidada mais tarde pelo Módulo 4 (quatro) das regras de transmissão ANEEL, a manutenção de ativos de transmissão passou a ter diretrizes e regras de fiscalização, mais rígidas e exigentes, até então inéditas no setor. Impondo aos agentes de transmissão requisitos mínimos de manutenção, quanto à periodicidade e atividades mínimas a serem realizadas em equipamentos/ativos nas subestações e linhas de transmissão de energia elétrica pertencente à rede básica.

No setor elétrico, diferentemente da indústria, o conceito de Manutenção Baseada na Condição (MBC) ainda não é tão aplicado como deveria, as empresas são mais conservadoras e se baseiam na Manutenção Baseada no Tempo (MBT) para programar suas manutenções. A MBC apresenta muitas vantagens com relação a custos e disponibilidade dos equipamentos, baseia-se nas atividades preditivas, ou seja, no monitoramento da condição do equipamento. Vale ressaltar que as empresas até aplicam técnicas preditivas, mas, no entanto, essas atividades são apenas complementares às manutenções preventivas com intervalo fixo.

A inspeção termográfica é uma dessas atividades preditivas, que inclusive, compõe as atividades mínimas de manutenção obrigatórias para os agentes de transmissão e devem ser realizadas com periodicidade de seis meses em todas as subestações de responsabilidade do agente.

A técnica de inspeção termográfica em subestações é uma das técnicas preditivas mais conceituadas e utilizadas no setor elétrico, sendo fundamental inclusive para elaboração dos laudos técnicos, conforme definido no item 4 do módulo 4 das regras de transmissão da ANEEL. Esses laudos técnicos têm como objetivo demonstrar a condição dos equipamentos a partir de técnicas preditivas e de monitoramento on-line, justificando a não realização das manutenções preventivas dentro das periodicidades máximas definidas. Essas manutenções possuem custos elevados com mão de obra, equipamentos de manutenção e indisponibilidade dos ativos, como por exemplo, custos com hora extra, devido as condições sistêmicas, esses desligamentos somente são aprovados em horários de carga leve nos finais de semana. Uma ferramenta computacional importante para a elaboração desses laudos técnicos é o DianE (Diagnósticos e Análises de Equipamentos Elétricos).

O sistema foi desenvolvido pelo CEPEL em parceria com as empresas do grupo Eletrobras ao longo das últimas décadas e tem sido continuamente aprimorado, abarcando diversas atividades e equipamentos, contribuindo

decisivamente para as atividades de engenharia de manutenção das empresas, especialmente na gestão de ativos, diagnósticos e emissão de laudos.

A ferramenta vem sendo utilizada pela Eletronorte, desde o início do seu desenvolvimento, sendo a engenharia de manutenção da empresa uma grande parceira do CEPEL no aprimoramento do sistema. A partir da última revisão da ITM-TV-001, que tem como objetivo estabelecer os critérios de qualidade e confiabilidade para a aplicação da técnica de termovisão no âmbito da Eletronorte, foi desenvolvido pela equipe do CEPEL, em conjunto com a engenharia de manutenção da Eletronorte, um módulo de inspeção termográfica no DianE, se tornando uma importante ferramenta de análise para essa técnica, devido a sua integração com o sistema da FLIR (fabricante de câmeras infravermelhas) para tratamento de imagens termográficas. Além disso, a nova funcionalidade da ferramenta também possibilita a automatização dos procedimentos exigidos pela instrução normativa com a geração de automática de relatórios a partir do cadastro de imagens termográficas (termogramas).

2.0 - NIVELAMENTO CONCEITUAL

Um dos defeitos recorrentes em subestações de energia são as anomalias térmicas (pontos quentes). Essas anomalias podem estar presentes em diversos equipamentos dentro de uma subestação de energia, ocasionadas por: Falhas no sistema de isolamento de componentes, como no caso de colunas isolantes de porcelana que utilizam óleo como meio isolante (buchas condensivas, colunas isolantes de transformadores de instrumentos) e corpo polimérico/porcelana de para-raios. Podendo até mesmo evidenciar defeitos, a partir da análise de termogramas dos tanques de equipamentos como reatores e transformadores, em sistemas de refrigeração. Entretanto as ocorrências mais comuns dessas anomalias ainda estão nas conexões primárias dos equipamentos e barramentos em subestações. Segue abaixo um exemplo prático de uma análise qualitativa do sistema de refrigeração de um Reator de 500 kV.

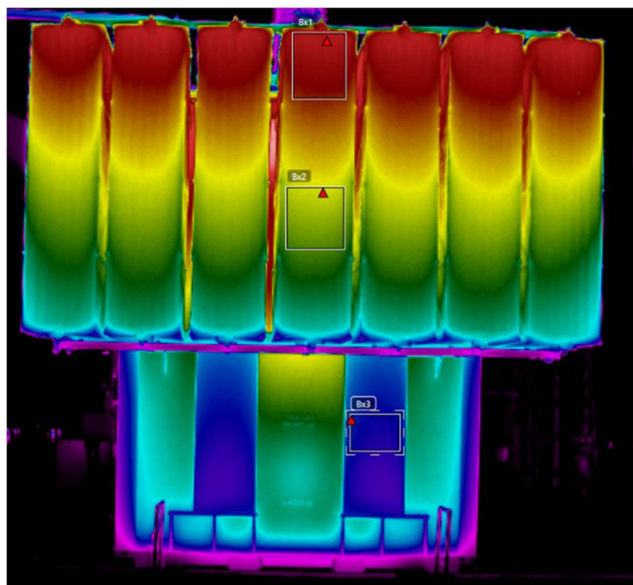


FIGURA 1 – Termograma análise qualitativa sistema refrigeração Reator 500 kV

2.1 Conceitos de termografia e a importância da Instrução Técnica.

Conceituada como uma tecnologia de ensaio não destrutivo que permite a avaliação de imagem térmica (Termogramas) obtida a partir de um dispositivo (Câmera) que captura a energia infravermelha emitida pelo objeto enquadrado pelas lentes [1].

São técnicas ou métodos que permitem retratar um perfil térmico de forma gráfica. A termografia sem contato, também conhecida por termografia por infravermelho, é a técnica que através de captação da radiação térmica emitida naturalmente pelos corpos, permite a formação de imagens térmicas (termogramas), e a medição da temperatura do alvo em tempo real [2].

Em função da quantidade de fatores que influenciam na inspeção termográfica, a elaboração de uma instrução técnica de manutenção para orientar as equipes de campo na execução da técnica é fundamental para o sucesso da preditiva.

A ITM-TV-001 da Eletronorte foi revisada em 2020 a partir da formação de um grupo de trabalho composto por técnicos e engenheiros de manutenção de diferentes áreas de atuação da empresa, profissionais com muita experiência na execução da técnica. Além de ser embasada nas normas NBR de termovisão, foram realizadas

pesquisas de histórico de anomalias no sistema de gestão da manutenção (SAP), consultas a procedimentos de outras empresas e estudos em artigos e teses de mestrado sobre o tema [1][2].

A Instrução técnica trás conceitos básicos de termografia, com as definições de todos os fatores que influenciam na medição indireta, orientações e técnicas para mitigar esses fatores e para realização de registros termográficos de qualidade que garantem uma análise segura, com diagnóstico assertivo da gravidade da anomalia térmica. Além disso o documento traz a orientação processual para gestão as anomalias térmicas dentro do sistema de gestão da manutenção (SAP), determinando a necessidade de intervenção ou definindo periodicidades de planos de monitoramento das anomalias térmicas conforme suas criticidades.

O item de análise trás orientações quanto ao tipo de análises de termogramas (Qualitativa e Quantitativa), sendo a mais utilizada a análise Quantitativa Comparativa, que considera como referência a temperatura de um objeto que esteja operando em condições similares ao objeto analisado. Para assertividade deste tipo de análise é fundamental que o termograma do objeto sob suspeita seja capturado nas mesmas condições do objeto de referência. A figura abaixo demonstra um exemplo prático de campo de um registro termográfica para análise Quantitativa Comparativa.

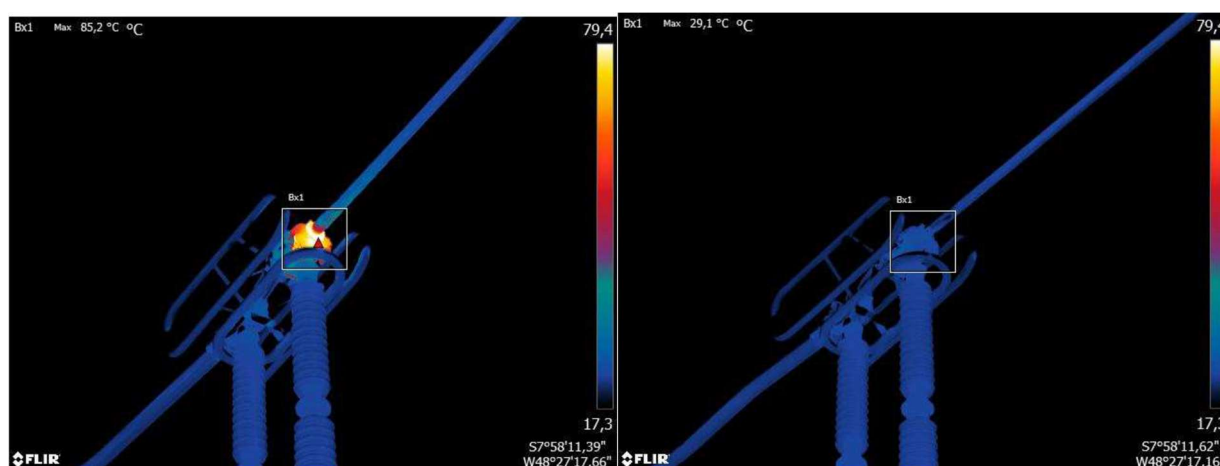


FIGURA 2-a Termograma anomalia Seccionadora 500 kV FIGURA 2-b Termograma referência Seccionadora

Os termogramas demonstrados na figura 3 foram capturados sob o mesmo foco, ângulo e distância para permitir um cálculo confiável da Diferença de Temperatura (ΔT), que determina a gravidade da anomalia térmica. Vale ressaltar que a parametrização da câmera também deve ser a mesma no momento dos registros, principalmente a emissividade.

A tabela 1 abaixo define, em função do ΔT , o grau de risco da anomalia térmica, determinando sua criticidade.

Tabela 1 – Grau de criticidade de temperatura: conexões elétricas

Equipamentos/ Componentes	Método de Avaliação	Limite Normal (° C)	Baixo Risco (° C)	Médio Risco (° C)	Alto Risco (° C)	Alto Risco Iminente (° C)
Conexões de barramentos e pingados de alumínio / cobre	Comparativo adjacente	≤ 5	5 a 15	15 a 30	30 a 70	>70
Conexões primárias de TCs	Comparativo adjacente	≤ 5	Não aplicável	5 a 10	10 a 30	>30
Contato de seccionadoras	Comparativo adjacente	≤ 5	5 a 15	15 a 30	30 a 50	>50
Terminal / topo da bucha	Comparativo adjacente	≤ 5	Não aplicável	5 a 10	10 a 30	>30
Terminal / topo bucha de neutro	Comparativo adjacente	≤ 5	Não aplicável	Não aplicável	5 a 10	>10

A partir da criticidade definida pelo ΔT indicado na tabela acima, a ITM orienta processualmente o desdobramento das ações de manutenção para eliminar a anomalia de forma preventiva, evitando a falha que pode ocasionar indisponibilidade do equipamento e, conseqüentemente, da função de transmissão. Para anomalias térmicas em conexões elétricas considerada de alto risco, por exemplo, a recomendação é a seguinte: “Deverão ser emitidas Nota de Manutenção (NM) com prioridade MONITORAMENTO e Nota de Estudos (NE) associada à uma Ordem Preditiva (PRED) para registro da anomalia térmica e programar manutenção em até 30 (trinta) dias com monitoramento semanal (1S)”.

Um dos pontos fortes da ITM é a padronização dos relatórios técnicos que compõem o processo de inspeção termográfica: O Relatório de Inspeção Termográfica – RIT e Formulário de Registro de Anomalias Térmicas – FRAT. O primeiro é utilizado como roteiro da inspeção. Nele consta todos os equipamentos que serão inspecionados, devendo ser levado para campo para anotações e orientação quando da execução da inspeção. O segundo é o formulário dos registros termográficos, onde são registrados o termograma com a anomalia e sua referência, inclusive com a definição de criticidade da anomalia e as recomendações processuais definidas na ITM. Com a implantação do módulo de Inspeção termográfica no DianE do CEPEL, todo esse processo passou a ser automatizado, a partir dos cadastros dos termogramas no sistema.

2.2 A importância do DianE para análise e diagnósticos de ensaios na Eletronorte

O Sistema DianE é uma ferramenta computacional para uso na gestão, análise e diagnóstico do estado de equipamentos utilizados em Subestações de Alta Tensão e Usinas. Foi desenvolvido pelo Cepel em parceria com as empresas do grupo Eletrobras ao longo das duas últimas décadas.

Surgiu a partir da ideia de integrar sistemas de monitoramento e técnicas conhecidas de análise de estado em um único sistema, capaz de oferecer ao usuário o máximo de informações que o auxiliem na tomada de decisões sobre o regime de operação e nas necessidades de manutenção de todos os equipamentos de subestações elétricas e usinas.

O DianE, que já vem sendo utilizado pela Eletronorte como uma ferramenta para gestão de seus ativos, foi atualizado para ficar aderente à ITM-TV-001 da empresa, com objetivo de integrar as técnicas de inspeções termográficas às técnicas anteriormente existentes no sistema. Esta nova versão o tornará uma ferramenta ímpar, que será capaz de realizar, de maneira normatizada e padronizada, o monitoramento e gerenciamento de riscos de falha dos equipamentos de subestações da Eletronorte.

No âmbito da Eletronorte o DianE vem sendo utilizado desde 2001, são 20 (vinte) anos de avaliações e análises que fizeram a diferença nas tomadas de decisões a partir de diagnósticos da engenharia de manutenção da empresa. Inicialmente utilizado nos diagnósticos de equipamentos com isolamento a óleo, a partir de ferramentas matemáticas para análise de tendências em grandezas de AGD (Análise de Gases Dissolvidos) e análise físico-química do óleo isolante, permitindo também a formação de um banco de dados sólido com todos os resultados de coleta de óleo de equipamentos das mais de 60 (sessenta) subestações da Eletronorte.

A imagem abaixo demonstra a tela inicial do DianE, um mapa, contendo a extensão territorial de atuação da Eletronorte no setor elétrico, indicando todas as instalações da empresa (subestações e usinas), com padrões de cores diferentes para as instalações que possuem equipamentos com desvios nos resultados de AGD ou análise Físico Química.

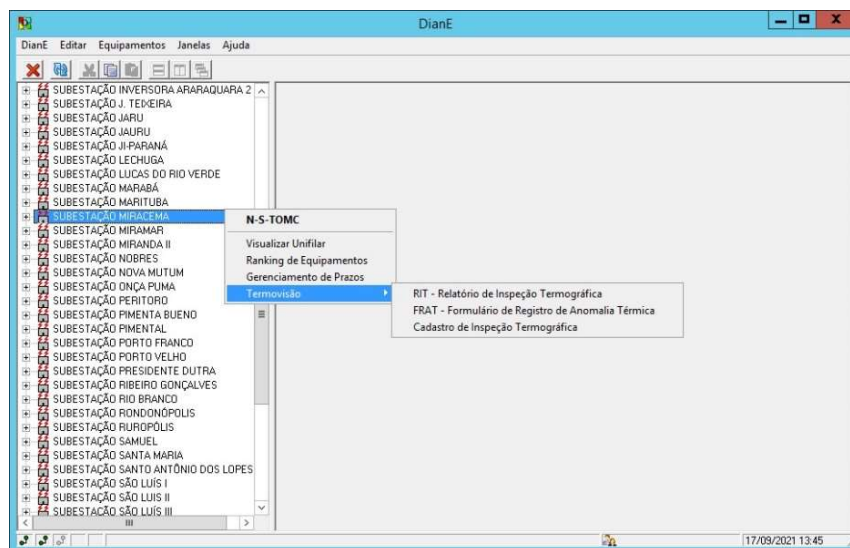


FIGURA 4 – Módulo para cadastro de inspeções termográficas no DianE

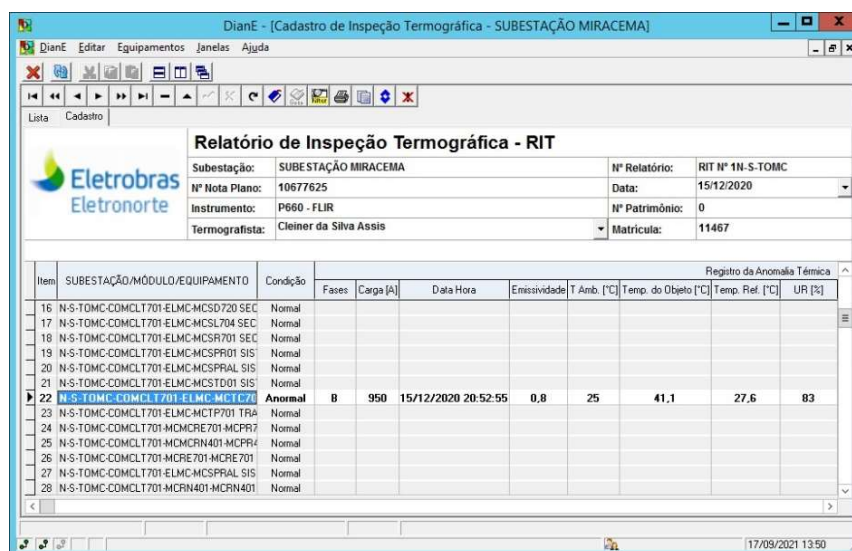


FIGURA 5 – Relatório de Inspeção Termográfica – RIT através do DianE

De acordo com a ITM-TV-001, para cada anomalia registrada no RIT deve ser emitido um Formulário de Registro de Anomalia Térmica – FRAT. Para a geração do FRAT, o mantenedor deve carregar as imagens termográficas no sistema DianE, nessas imagens existem informações, como temperatura máxima do objeto, emissividade, distância do objeto, temperatura ambiente entre outras, denominadas metadados, esses parâmetros são fundamentais para assertividade da análise. O DianE, a partir da integração com o sistema da FLIR faz a leitura dos metadados advindos da imagem termográfica da câmera e carrega todos os parâmetros da inspeção automaticamente no FRAT. Conforme as Figuras 6 e 7.

Relatório de Inspeção Termográfica - RIT

Subestação: SUBESTAÇÃO MIRACEMA N° Relatório: RIT Nº 1N-S-TOMC
 N° Nota Plano: 10677625 Data: 15/12/2020
 Instrumento: P660 - FLIR N° Patrimônio: 0
 Termografista: Cleiner da Silva Assis Matrícula: 11467

Item	SUBESTAÇÃO/MÓDULO/EQUIPAMENTO	Condição	Fases	Carga [A]	Data Hora	Emissividade	T Amb. [°C]	Temp. do Objeto [°C]	Temp. Ref. [°C]	UR [%]
16	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSD720 SEC	Normal								
17	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSL704 SEC	Normal								
18	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSR701 SEC	Normal								
19	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSPR01 SIS	Normal								
20	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSPR01 SIS	Normal								
21	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSD001 SIS	Normal								
22	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCSD001 SIS			950	15/12/2020 20:52:55	0,8	25	41,1	27,6	83
23	N-S-TOMC-COMCLT701-E									
24	N-S-TOMC-COMCLT701-M									
25	N-S-TOMC-COMCLT701-M									
26	N-S-TOMC-COMCLT701-M									
27	N-S-TOMC-COMCLT701-E									
28	N-S-TOMC-COMCLT701-M									

Registro da Anomalia Térmica

Item 22
☒ Imagem Objeto
☒ Imagem Referência
☐ Gravar Dados
☐ FRAT
☐ Adicionar item

FIGURA 6 – Leitura dos metadados das imagens geradas pela câmera FLIR

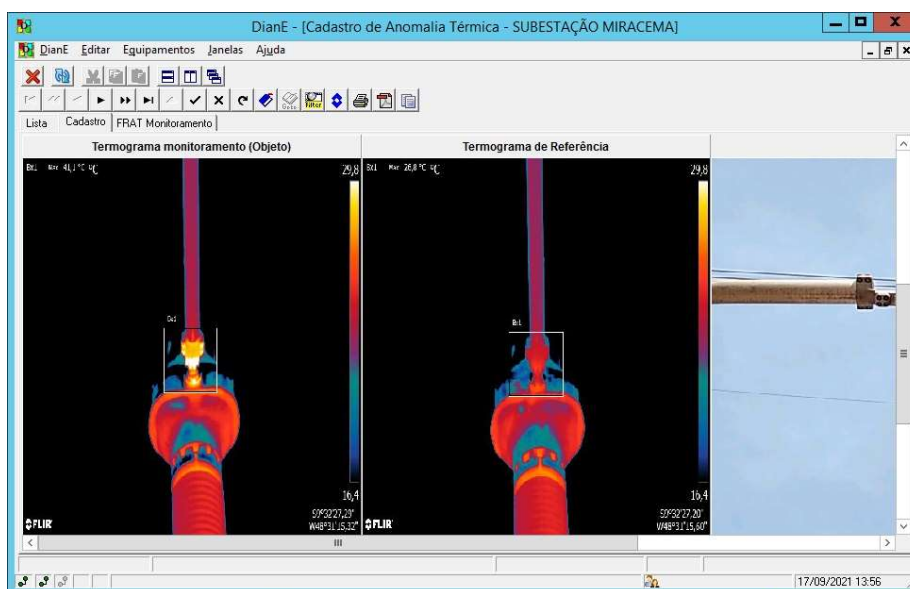


FIGURA 7 – Formulário de Registro de Anomalia Térmica – FRAT gerado pelo DianE

Através do DianE é possível a abertura do sistema FLIR Tools, onde é feita a manipulação e edição das imagens obtidas nas inspeções termográficas. Podendo inclusive alterar a paleta de padrões conforme necessidade do usuário. Desta forma, todos parâmetros relevantes das inspeções termográficas, ficarão cadastrados no sistema, gerando um banco de dados histórico e consolidado de todas as inspeções realizadas nos equipamentos da empresa. Ao cadastrar o FRAT o usuário informa em qual componente/equipamento é a anomalia térmica, desta forma, a partir das orientações de análises de criticidade indicadas na ITM, o sistema DianE automaticamente calcula o grau de criticidade da temperatura, baseado no método quantitativo-comparativo adjacente (Vide Tabela 1), e emite as ações recomendadas, conforme Figura 8.

3. Descrição da Anomalia
Conexões primárias de TC's com médio risco.
A Anomalia térmica se encontra na conexão para o lado da linha

4. Observações / Recomendações
Conforme análise da engenharia de manutenção, apesar da ITM indicar uma anomalia de Alto risco, en

5. Avaliação / Controle

Condição	Monitoramento Termográfico	
	Nota Manutenção (NM)	Nota Estudo (NE)
Limite Normal		
Baixo Risco		
Médio Risco		
Alto Risco/ Análise	X	
Alto Risco Iminente		
Periodicidade	Descrição Notas / Ordem	
Mensal (1M)		

FIGURA 8 – Avaliação do Risco no FRAT gerado pelo DianE

Após a constatação do grau de criticidade e da ação recomendada, conforme normativo interno da Eletronorte que define o uso processual dos tipos de Ordens e Notas dentro do sistema de gestão SAP-IU, deverão ser emitidas Nota de Manutenção (NM) com prioridade MONITORAMENTO e Nota de Estudos (NE) associada à uma Ordem Preditiva (PRED) com monitoramento termográfico onde a periodicidade vai depender do grau de risco da anomalia térmica.

As anomalias térmicas, consideradas de baixo risco, poderão ser monitoradas dentro do plano preditivo de inspeção termográfica da Eletronorte, que define uma periodicidade semestral (6M) para subestações convencionais CA e bimensal (2M) / quadrimestral (4M) para subestações do sistema HVDC. No caso de anomalias com risco alto ou risco iminente, a periodicidade do monitoramento passa a ser mensal (1M) ou semanal (1S), URGENTE.

A definição da criticidade além de considerar o risco da degradação do equipamento, considera o risco de indisponibilidade parcial ou total da função de transmissão/ geração que o equipamento integra. Vale ressaltar que toda manutenção proveniente de uma inspeção termográfica, que é uma técnica preditiva, é considerada preventiva sob condição, visto que a atuação da manutenção foi antes da falha que causaria a indisponibilidade total ou parcial da função.

Para cada FRAT cadastrado, que conforme critérios da ITM deve ser monitorado em uma periodicidade definida de acordo sua criticidade, o sistema DianE permite o cadastro e a emissão de FRATs desse monitoramento para acompanhamento da anomalia, conforme indicado na Figura 9.

Formulário de Registro de Anomalia Térmica - FRAT (Monitoramento)

Subestação: SUBESTAÇÃO MIRACEMA
Nº Nota Estudo:
Instrumento: P660 - FLIR
Termografista: Cleiner da Silva Assis

Nº Relatório: FRAT Monitoramento Nº 2
Data:
Nº Patrimônio: 0
Matrícula: 11467

1. Identificação Anomalia Térmica

Item Inspeção	SUBESTAÇÃO / MÓDULO / EQUIPAMENTO	Condição	Registro da Anomalia Térmica							
			Fase	T° Amb (°C)	UR (%)	Dist. (m)	Data Hora	Carga (A)		
22	N-S-TOMC-COMCLT701-ELMC-MCTC701 TRANSFORMADORES DE CORRENTE 500KV	AN	A	B	V	27	72	8		

Equipamentos/Componentes: Conexões primárias de TC's

2. Parâmetros da Termografia

Emissividade: 0,8
Temp. Ref. (°C): 27

FIGURA 9 – Formulário de Registro de Anomalia Térmica – FRAT (Monitoramento) gerado pelo DianE

Podem ser associados ao FRAT inicial quantos FRATs de monitoramento forem necessários, até a resolução efetiva do defeito com a ação preventiva da manutenção. o sistema permite ainda aos usuários o acompanhamento dessas

inspeções para monitoramento de anomalias, indicando quando as ações de monitoramento estiverem atrasadas e quando elas foram efetivamente resolvidas.

O acompanhamento do monitoramento dessas anomalias é fundamental, visto que, em muitas situações, por condições sistêmicas, os desligamentos não são autorizados pelo operador nacional do sistema (ONS). Com esse controle efetivo do monitoramento das anomalias existentes, as equipes de manutenção conseguem se respaldar de fiscalizações do órgão regulador (ANEEL) justificando a não solução do problema a partir de uma gestão de risco embasada na análise preditiva.

Através da tela do sistema DianE, mostrada na Figura 10, é possível o acompanhamento de todas as anomalias registradas para uma determinada subestação. Nesta tela é possível identificar as anomalias que estão em monitoramento, a data prevista para a próxima inspeção, e as anomalias cujo monitoramento foi encerrado.

Nº Relatório FRAT	Data da Inspeção	Data da Próxima Inspeção	Condição	Dif. Temp. [°C]	FRAT Monitoramento	Local de Ins.
FRAT Nº 1N-S-TOM	15/12/2020 20:52	22/12/2020 20:52:55	Alto Risco/ Análise	13,8		N-S-TOMC-COMCLT701-ELMCM
FRAT Nº 2N-S-TOM	14/06/2021 20:15	11/12/2021 20:19:00	Limite Normal	0,7		N-S-TOMC-COMCLT701-ELMCM

FIGURA 10 – Tela de Gerenciamento das Anomalias Térmicas de uma determinada Subestação

4.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de técnicas preditivas e de monitoramento on-line são essenciais para a evolução da engenharia de manutenção no âmbito do setor elétrico. As metodologias da manutenção 4.0, com a aplicação dos conceitos de gestão de ativos, já fazem parte do dia a dia da manutenção industrial, porém no setor elétrico esses conceitos ainda não são utilizados como deveriam. Novas implementações, com o aprimoramento de ferramentas computacionais como o sistema DianE, são fundamentais para as empresas do setor elétrico evoluírem no diagnóstico de equipamentos através do monitoramento preditivo.

A implementação da inspeção termográfica no sistema DianE além de auxiliar os engenheiros de manutenção da Eletronorte na emissão de laudos técnicos com a possibilidade do cruzamento de análises com outras técnicas, possibilita também aos técnicos de campo a praticidade de automatizar a elaboração de relatórios e de análises preliminares baseadas na instrução técnica de manutenção da empresa. Além disso, do ponto de vista regulatório, respalda a empresa quanto ao controle do monitoramento de anomalias e o registro dos históricos de manutenções, criando um banco de dados de relatórios e de termogramas (registro termográficos), consoante com as exigências regulatórias contidas no módulo 4 das regras de transmissão ANEEL.

Em uma próxima etapa, modelos matemáticos serão desenvolvidos para que, através desses parâmetros, a partir dos cruzamentos de técnicas, seja possível evidenciar defeitos, mesmo que incipientes, nos equipamentos das subestações. Outro avanço pretendido no processo de inspeções termográficas, será disponibilizar um conjunto de informações de indicadores e métricas para o gerenciamento de prazos e pareceres deste processo no SAC (SAP Analytics Cloud) do sistema DianE, que já está em operação desde março deste ano, com os dados gerenciais de análises de óleo mineral isolante e de monitoramentos on-line.

Diante desse contexto, a solução contribui na maximização da eficiência no processo de análise das inspeções termográficas para a área de engenharia de manutenção, que poderá, a partir de agora, ser realizada com mais rapidez e qualidade, de forma organizada e padronizada, em ambiente corporativo acessível por todos os técnicos e engenheiros da Eletronorte 24 horas/dia e 7 dias/semana, proporcionando, como consequência direta, ganhos aos

processos empresariais da Eletronorte, reduzindo perdas de produção por falhas intempestivas em equipamentos e sistemas.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) L.D. Santos “TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA em Subestações de Alta Tensão Desabrigadas” – Dissertação de Mestrado – 2006 - Universidade Federal de Itajubá
- (2) J.C.B. Nogueira e V.P. Reis “Emprego da Termografia na Inspeção Preditiva” 2009 – ABRAMAN
- (3) DENIS MORTELARI, KLEBER SIQUEIRA, NEI PIZZATI - O RCM na Quarta Geração da Manutenção - A Moderna Gestão de Ativos
- (4) TITO RICARDO VAZ DA COSTA, ISABEL SALES VIEIRA, THOMPSON SOBREIRA ROLIN JÚNIOR, FELIPE GUIMARÃES SOUZA, SAULO CUSTÓDIO, JOSÉ MACHADO – A Manutenção Preventiva de Instalações de Rede Básica e os Requisitos Mínimos de Manutenção – XXIV SNPTEE Curitiba – PR 2017
- (5) CLEINER DA SILVA ASSIS, CARLOS AUGUSTO DOS SANTOS, JOÃO BATISTA SOARES FEITOSA - As Técnicas de Manutenção Preventiva são Eficientes na Detecção de Falhas em Transformadores de Instrumentos? Avaliação das Falhas em TC's e TPC's na Interligação Norte-Sul - XXIV SNPTEE Curitiba – PR 2017
- (6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Guia de Inspeção em Equipamentos Elétricos e Mecânicos – NBR-15572
- (7) CLEINER SILVA ASSIS; WILSON JOSÉ REÇA ALVES; CLEUSOMIR CARVALHO DOS SANTOS - Monitoramento Preditivo em Ativos de Transmissão com Foco na Emissão de Laudos Técnicos conforme Resolução ANEEL 669/2015

DADOS BIOGRÁFICOS



Cleiner da Silva Assis, pós graduado em sistemas de potência, como engenheiro de manutenção na ELETROBRAS ELETRONORTE, atua como coordenador de manutenção de subestações da interligação Norte-Sul do Sistema Interligado Nacional na Divisão de Transmissão do Tocantins. Participou de alguns congressos, como autor e apresentador de contribuições técnicas na área de manutenção em ativos de transmissão, entre eles; SBSE/2010, em Belém-PA; ERIAC/2011 - Ciudad Del Este(PY); ERIAC/2013 – Foz do Iguaçu; SNPTEE/2013- Brasília DF; ERIAC/2015 – Puerto Iguazú (AR) e 30º CBMGA/2015 – Campinas SP; SNPTEE/2017 – Curitiba PR; SNPTEE/2019 – Belo Horizonte MG

(2) WANDRÉ MATOS DE MEDEIROS

Wandrê Matos de Medeiros é engenheiro eletricista formado pela Universidade Federal de Goiás – UFG, possui Especialização em Gestão de Inovação Tecnológica pela Unicamp, Mestrado em Engenharia Civil com ênfase em Produção – Gestão Orientada por Processos pela Universidade Federal do Pará – UFPA. Foi gerente do Departamento de Manutenção Alta Tensão da Eletrobras Distribuição Amazonas 2015 – 2017. Atualmente atua como Gerente do Departamento de Gestão da Manutenção de Subestações e Linhas de Transmissão Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A Eletrobras-Eletronorte 2017 - 2021. Possui 15 anos de experiência na gestão de manutenção de ativos de transmissão de energia na Eletrobras Eletronorte.

(3) CHRISTIAN DUCHARME

Christian Ducharme recebeu os títulos de Engenheiro Eletricista e Mestre em Engenharia Elétrica, ambos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 2001 e 2012, respectivamente. Desde 2001 trabalha como engenheiro no CEPEL, Centro de Pesquisas em Energia Elétrica. Seus principais campos de interesse incluem planejamento do sistema elétrico, otimização matemática, manutenção preditiva e preventiva de equipamentos de subestações, análise da condição de equipamentos de alta tensão, gestão da manutenção e gestão de ativos. Atualmente é gerente do Sistema DIANE/CEPEL (2015-2021).

