

6. CONCLUSÕES

Uma metodologia experimental foi desenvolvida para calibrar termovisores, calculando a incerteza de medição e a emissividade. Chegou-se à conclusão que as incertezas estimadas estão de acordo com os valores especificados pelo fabricante, isto é, $\pm 2,0$ °C até 120 °C e 2% para temperaturas maiores. Mais ainda, uma placa colocada num banho de temperatura controlada pode ser usada para calibrar o termovisor, necessitando apenas que o termovisor seja comparado com um corpo negro para que os erros sistemáticos sejam minimizados. Uma medição independente da emissividade deverá ter seu desenvolvimento completado para maior confiabilidade da temperatura.

A diferença de 0,4 °C encontrada entre os termovisores AGEMA (Light) e VariCam (PUC-Rio), durante a medição de temperatura de um transformador de corrente em instalações da Light, foi considerada desprezível, por ser inferior à incerteza de medição da mesma, qualificando a medição por ela realizada.

Uma análise metrológica foi feita da temperatura medida pelo termovisor para as faixas operativas dos equipamentos elétricos, como transformadores de corrente e potência, chaves seccionadoras, conexões de cabos, disjuntores, barramentos, conjuntos blindados, bancos de capacitores e chaves fusíveis. Os erros sistemáticos de medição de temperatura feita pelo termovisor, devido a incerteza na especificação de parâmetros não medidos, como emissividade e distância do objeto, foram estimados através do software do termovisor VariCam, que simula a temperatura do alvo como função dos mesmos parâmetros.

Na primeira simulação realizada para um transformador de corrente nas instalações da Light, temos que para a emissividade igual a 0,8 o valor de temperatura final do objeto para cada temperatura ambiente, resulta em um valor médio de 53,5 °C e um desvio padrão de 0,8. A diferença entre o valor verdadeiro (encontrado) e a média é de aproximadamente 5,3 °C. Portanto, esta deve ser a sensibilidade mínima à temperatura do transformador de corrente analisado, para que seu desempenho não seja afetado pela incerteza de especificação dos parâmetros não medidos.

Para a segunda simulação, após a fixação de um valor de emissividade, a variação da distância entre o objeto e o termovisor foi mostrado não alterar o valor final da temperatura do mesmo, não representando dessa forma nenhum efeito no resultado final.

A incerteza comprovada no processo de calibração, a tolerância das temperaturas verificadas nos equipamentos e os resultados das simulações,

podem indicar que a o termovisor pode ter seu período de calibração dilatado, sem que isso venha prejudicar a qualidade da análise dos equipamentos. Tal dilatação diminui o custo de uma inspeção termográfica, levando-se em consideração o tempo de vida útil do equipamento. Recomendamos repetir as medições com as variações dos mesmos parâmetros feitos na simulação apresentada, de modo a podermos validar o processo real e não simulado.

As normas das empresas de transmissão e geração elétrica estão baseadas nas da ABNT, estas em seus procedimentos e especificações, não definem as incertezas que devem ser observadas durante os ensaios e os limites de funcionamento especificados para os equipamentos.

A ultrapassagem desses valores limite, pela ausência de calibração dos equipamentos de medição ou supervisão, e conseqüentemente o desconhecimento da incerteza existente, pode ocasionar em análises errôneas com relação aos resultados dos equipamentos objeto de medição e/ou supervisão.

Como foi observado na análise apresentada, a falta da definição de uma incerteza máxima aceitável compromete o acompanhamento dos resultados obtidos e a utilização das correções sugeridas para tal equipamento ou ensaio.

Neste trabalho foi determinado um limite superior da temperatura de operação dos componentes elétricos a partir da análise das normas selecionadas. Uma operação segura dos mesmos componentes foi sugerida neste trabalho como resultado da diferença entre estes limites e a incerteza de medição do termovisor, a um nível de significância de aproximadamente 5%.

Nossa sugestão é que seja estudado, a partir das características dos equipamentos e as condições em que se desenvolve sua operação, de valores adequados de incerteza complementares aos limites estabelecidos pelas normas existentes. Os estudos deveram também indicar a freqüência de calibração para cada equipamento.

As normas das empresas devem sinalizar a importância de se observar às incertezas existentes nos processos de medição e supervisão, e definir as incertezas aceitáveis de acordo com a atividade a que se destina.