

IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA POR TERMOGRAFIA EM PAINÉIS DE SUBESTAÇÕES DE ENERGIA

Lincoln Rodrigo Mendes (Faculdades Ponta Grossa) E-mail: mendeslincoln@yahoo.com.br
Ricardo Nunes Wazen (Faculdades Ponta Grossa) E-mail: rnwazen@yahoo.com.br

Resumo: A proposta de minimizar falhas, ou mesmo, o mau funcionamento de equipamentos responsáveis pela confiabilidade de um sistema elétrico interligado, aliada ao ferramental e mão de obra especializada, foi o fomento para o estudo de um novo método de leitura, análise e execução desta técnica preditiva para os painéis do sistema de proteção, automação e emergência em subestações. O método consiste na coleta de medições com uma câmera termográfica de todos os painéis presentes em uma subestação, baseado em uma tabela criteriosamente elaborada com as máximas temperaturas admissíveis para cada componente, amparada por normas brasileiras, internacionais, fichas técnicas e a própria experiência prática, todo ponto que indique um sobreaquecimento é gravado pelo próprio recurso da câmera para uma posterior análise. Nesta análise é feita a verificação de presença ou ausência de condições para o correto funcionamento do componente devido ao seu aquecimento, essa constatação se respalda em critérios fundamentados em normas e estudos já comprovados. Classificados os componentes com sobreaquecimento, é definido pela equipe a forma de intervenção recomendada, discriminando o risco que a anomalia pode trazer ao funcionamento do dispositivo específico e conseqüentemente a todo o sistema. A carência em técnicas preditivas, os longos períodos entre as manutenções sistemáticas e muitas vezes a inexistência destas, atribui ao método apresentado, uma nova e eficiente forma de acompanhamento e identificação de pontos vulneráveis no sistema que, muitas vezes só irão apresentar uma falha ou defeito quando sua atuação é requerida ou nos distantes ensaios preventivos.

Palavras-chave: Termografia, painéis de subestações de energia, componentes eletrônicos.

IMPLEMENTATION OF PREDICTIVE MAINTENANCE IN THERMOGRAPHY IN PANELS POWER SUBSTATIONS

The proposal to minimize failures, or even malfunction of equipment responsible for the reliability of an interconnected power system, combined with the tooling and skilled labor, was encouraging for the study of a new method of reading, analysis and execution of this predictive technique for the panels of the protection system, automation and emergency substations. The method consists in the collection of measurements with a thermographic camera from all panels present in a substation, based on a table carefully designed with the maximum temperatures permissible for each component, supported by brazilian and international standards, datasheets and own practical experience, every point indicating overheating is recorded by own camera feature for later analysis. This analysis is made by checking the presence or absence of conditions for the correct functioning of the component due to its heating, this finding supports up in criteria based on standards and studies have proven. Classified the components to overheating, then, is defined by the team the recommended intervention, discriminating the risk that the anomaly can bring to the operation of the specific device and consequently the entire system. The lack of predictive techniques, the long periods between systematic maintenance and often the absence of these, gives the presented method a new and efficient way of monitoring and identification of vulnerable points in the system that will often present only a failure or defect when its performance is required or in the distant preventive tests.

Keywords: thermography, power substations panels, electronic components.

1. INTRODUÇÃO

A proposta de minimizar falhas e o mau funcionamento de equipamentos responsáveis pela confiabilidade de um sistema elétrico interligado, aliada ao ferramental e mão de obra especializada, foi o fomento para inserir na tão conhecida manutenção preditiva o estudo de um novo método de leitura, análise e execução para os painéis do sistema de proteção, automação e emergência em subestações.

A termografia em dispositivos e componentes eletrônicos associada a sistemas de alta tensão surge com a proposta de levantar dados, analisá-los, fundamentá-los, e direcioná-los para a equipe responsável na intervenção e solução do problema.

Diferente dos relatórios e procedimentos por aquecimento (bastante difundidos na área industrial), além dos cabos, fiações, conectores, régua de bornes, fusíveis e contadoras, o estudo aqui apresentado focaliza-se no aquecimento dos componentes eletrônicos e dispositivos de proteção e comando.

1.1 A Termografia

A termografia é uma técnica que permite mapear uma região com a utilização de um aparelho específico, conhecido como termovisor, podemos ainda defini-la como: A técnica de inspeção não destrutiva realizada com a utilização de sistemas infravermelhos, para a medição de temperaturas ou observação de padrões diferenciais de distribuição de calor, com o objetivo de propiciar informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo (VERRATI, 2010).

O termovisor é um dispositivo que obtém imagens térmicas sem contato, a partir da transformação de radiação infravermelha não visível em uma imagem visível em um display ou tela, em gradiente de cores, em que cada cor ou faixa de cor identifica a temperatura de um objeto em estudo.

Assim como nos equipamentos fotográficos os termovisores possuem objetivas intercambiáveis que possibilitam adequar o campo de visão do aparelho às necessidades de cada observação (VERRATI, 2010).

Para o estudo das inspeções utilizou-se uma câmera termográfica, a qual mede e reproduz em imagens a radiação de infravermelhos emitidos pelo objeto. Um técnico especializado capaz de configurar os ajustes para uma correta medição foi imprescindível para a obtenção clara e objetiva dos dados.



Figura 1 – Modelo de câmera termográfica utilizada

Amparado pela qualificação operacional e seguindo os preceitos da NBR 15572 sobre “Ensaio não destrutivo – Termografia – Inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos”, o estudo apresentado neste artigo, não se aprofunda nos conceitos básicos da interpretação termográfica.

1.2 Subestações de Energia

Define-se por Subestação (SE), como um conjunto de equipamentos de manobra e/ou transformação de níveis de tensão elétrica, controle e transferência da energia entre as

diversas divisões do sistema elétrico e entrega da energia aos consumidores finais, nela os dispositivos de proteção estão aptos a detectar os diferentes tipos de faltas que ocorrem no sistema e de isolar os trechos onde estas faltas ocorrem.



Figura 2 – Exemplo de Subestação de 230 kV

Nestas subestações tem-se uma grande e complexa rede de painéis de proteção, automação e sistemas de emergência interligados. No estudo, dividiu-se os painéis nesses três grupos, onde cada um é dotado de diferentes características em seus componentes, formando um sistema lógico de alta confiabilidade, supervisão e comando, além da autonomia e robustez na alimentação de todo o processo.

1.3 Painéis do Sistema de Automação

São os painéis desse sistema que concentram todo o sistema supervisorio de uma subestação, nele são encontrados todas as medições e estados dos equipamentos que a integram, onde após devidamente tratados, são disponibilizados para a supervisão e controle remoto.

Um painel de automação é constituído por Unidades de Controle Central (UCC), distribuidores e conversores ópticos, modems, servidores seriais, *switches*, fontes de tensão, conversores de tensão, régua de bornes, fusíveis e disjuntores. Além desse painel concentrador, outras unidades de aquisição e controle (UAC) e seus periféricos são necessárias para equipamentos mais antigos que não possuem meios para o armazenamento e envio de dados.

1.4 Painéis de Proteção

Os painéis de proteção são responsáveis por identificar e isolar qualquer defeito ou falta que possa ocorrer na subestação ou vizinhanças, protegendo os equipamentos e minimizando os efeitos e suas consequências. Basicamente um painel de proteção é composto por régua de bornes, relés auxiliares, relés eletromecânicos, relés digitais, fontes e conversores. Neles ainda dispõe-se de um sistema de medição e controle para eventuais operações locais. Fazem parte desse processo as chaves, botoeiras, lâmpadas de sinalização, amperímetros, voltmíetros e outros conforme as particularidades do equipamento ou circuito relacionado.



Figura 3 – Vista interna de Painéis de Proteção

1.5 Painéis do Sistema de Emergência

São os painéis que alimentam todo o processo, basicamente pode-se defini-los como distribuidores de Corrente Alternada e Contínua para toda a subestação. Porém um Sistema de Emergência de uma subestação de 230 kV é bem mais amplo que simples painéis de distribuição, para um fornecimento ininterrupto de tensão, condição básica para uma Subestação da Rede Básica, é necessário uma topologia consistente e confiável.

O Sistema de Emergência é composto pelos painéis de distribuição em corrente alternada (CA), corrente contínua (CC), Retificadores, Conjunto de Baterias e Gerador de Emergência.

Os painéis CA e CC são compostos em sua maioria por barramentos, régua de bornes, disjuntores e fusíveis. Já os retificadores variam de acordo com o fabricante, podendo ser tiristorizados com supervisão e controle microprocessados ou não, ou podem ainda ser do tipo chaveado. Os geradores de emergência atualmente dispõem de painéis próprios com unidades de controle dotadas de uma grande rede de periféricos responsáveis pelo seu automatismo.

O Sistema de Emergência é todo interligado, sua automação e redundância permite comutações de diferentes fontes sem, em nenhum momento, a perda de CC para os diversos circuitos de uma subestação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta de Dados

Para o estudo, definidos os locais e o equipamento, planeja-se a coleta de medições conforme a identificação de pontos aquecidos. Qualquer ponto que indique um sobreaquecimento no painel deverá ser registrado para posteriormente ser analisado, uma câmera fotográfica digital de boa resolução também pode ser utilizada para o registro do local e suas imediações, contribuindo durante a análise na exata identificação do componente causador do sobreaquecimento.

A indicação do ponto aquecido poderá se referenciar ao termo Máxima Temperatura Admissível (MTA) de um componente, que além das normas ABNT pertinentes, podem ser obtidos a partir de tabelas de fabricantes, referências da IEC (*International Electrical Commission*), e na experiência prática dos profissionais envolvidos na área de proteção e

automação.

Tabela 1 – MTA (Máxima Temperatura Admissível por componente)

Componente	MTA (°C)
Resistores de Carvão, Carbono, Fio Metálico	70
Capacitor Eletrolítico	85
Capacitor de Poliéster	125
Fusível NH (corpo)	100
Fusível Diazed (corpo)	90
Diodo zener	150
Bobinas de contadoras	100
Cabos Flexíveis em PVC ou termoplástico	70
Microcontroladores/Microprocessadores	100
Conexões em régua de borne	70
Fonte de Tensão	70
Relé Digital	85
Conexões e barramentos de baixa tensão	90

Fonte: Elaborado pelo Autor

Caso não seja encontrada a MTA a ser considerada, recomenda-se a fixação de 90 graus centígrados como valor de referência para conexões e componentes metálicos e de 70 graus centígrados para cabos isolados.

Para o registro das coletas é adotada uma tabela com todas as ocorrências de componentes com aquecimento encontrados. Sequencialmente discrimina-se o painel e o componente. A temperatura encontrada e o valor MTA pesquisado também são registrados evidenciando a ocorrência.

2.2 Determinação da Temperatura e Criticidade

Para a proposta da implantação da técnica de inspeção termográfica em Painéis de Proteção, Automação, e Sistemas de Emergência, é necessária a adoção de um critério para a classificação dos componentes aquecidos detectados, de acordo com sua gravidade e urgência na intervenção.

A literatura relacionada à termografia em componentes eletrônicos ainda não é tão difundida, em sua maioria, encontra-se documentos técnicos e manuais de fabricante.

Dentre as diversas formas, buscou-se a metodologia capaz de permitir que as medições realizadas em situações aleatórias pudessem ser convertidas para uma condição padrão, em que se considerou o componente em estudo com sua capacidade máxima de carga para o qual foi dimensionado e sem a interferência de vento, que é um atenuante numa leitura termográfica, mas que não interferiu neste estudo por se tratar de medições realizadas dentro de uma sala de comando e ainda disposto no interior de painéis.

As maiores contribuições de como definir as variantes de uma medição termográfica, e assim calcular como pode-se chegar a um valor fidedigno da temperatura de um determinado ponto, foram conseguidas na Norma SC-23 N-2475 da Petrobras, porém, as peculiaridades do meio em estudo restringiu os métodos adotados pela empresa citada em cálculos bastante pontuais não sendo considerados diversos fatores provenientes somente daquele meio.

Considerou-se ainda as Normas da ABNT “NBR 15424 – Ensaio não destrutivos – Termografia – Terminologia”, “NBR 15866 – Ensaio não destrutivos – Termografia – Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos” e os estudos da norma do “*Infraspection Institute – Standart for Infrared Inspection of eletrical Systems & Rotating Equipment*”, que dentre as diversas fundamentações e metodologias relacionadas a inspeções termográficas e adotadas no mundo todo é responsável pela comprovação da fórmula para o cálculo da máxima temperatura admissível em componentes elétricos criada pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*).

Uma vez padronizada a metodologia do cálculo, desprezando-se o vento, pois a aplicação ocorre em ambientes fechados, definiu-se o aquecimento do componente como a diferença entre sua temperatura e a temperatura ambiente:

$$A = TC - TA \quad (1)$$

Onde:

A Aquecimento medido;

TC Temperatura do Componente;

TA Temperatura Ambiente.

O máximo aquecimento admissível (MAA) que um componente pode suportar, pode ser calculado como a diferença entre os valores referenciais da Tabela 1 (MTA), e a Temperatura Ambiente:

$$MAA = MTA - TA \quad (2)$$

Onde:

MAA Máximo Aquecimento Admissível;

MTA Máxima Temperatura Admissível para o componente;

TA Temperatura Ambiente.

Com os valores calculados, é possível classificar o aquecimento medido, denomina-se esse critério proposto de “flexível”, pois estabelece uma graduação de criticidade que se estende desde a temperatura ambiente do local da medição até a máxima temperatura admissível. Para a sua melhor evidenciação adotou-se diferentes cores identificando a classificação do aquecimento, como apresentado na tabela:

Tabela 2 – Determinação de Componente aquecido pelo critério flexível

Comparação A versus MAA	Classificação
$A \geq 0,9 \text{ MAA}$	Intervenção Imediata
$0,6 \text{ MAA} \leq A < 0,9 \text{ MAA}$	Intervenção Programada
$0,3 \text{ MAA} \leq A < 0,6 \text{ MAA}$	Observação
$A < 0,3 \text{ MAA}$	Normal

Fonte: Adaptada da Norma N-2475 – Petrobras

Com o objetivo de introduzir uma variável que indique a abrangência da falha no contexto do sistema elétrico, torna-se necessário incluir na classificação do aquecimento o parâmetro “Tipo de Risco” que o componente pode oferecer ao sistema elétrico.

O tipo de risco que o componente apresenta depende, primordialmente, do custo que sua falha pode causar, seja sob o ponto de vista de disponibilidade, segurança, ambiente ou de imagem da empresa.

Tabela 3 – Classificação do Tipo de Risco do componente ao sistema elétrico

Tipo de Risco	Descrição
Risco ao Sistema (RS)	Risco iminente de defeito em componente, equipamento ou sistema que interfere no fornecimento de energia e na segurança. Atendimento em caráter de urgência.
Risco de Falha em circuitos (RF)	Risco de Falha em componente, equipamento ou sistema que interfere no fornecimento de energia e na segurança. O atendimento deve ser programado conforme disponibilidade do sistema.
Risco a ser acompanhado (RA)	Risco que pode ser monitorado e na hipótese de evolução, programando-se a intervenção conforme disponibilidade do sistema.
Sem Risco (SR)	Sem necessidade de atendimento

Fonte: Elaborado pelo Autor

A tabela criada para o registro das ocorrências encontradas, agora poderá receber uma nova sequenciação, isto de acordo com o critério flexível expresso pelas cores que a representam e a classificação do tipo de risco que o componente oferece, o qual irá substituir o campo onde inicialmente estava registrada a MTA do componente.

Com isso a nova sequência determina qual ocorrência será prioritária em seu atendimento, denominando a nova tabela como ocorrência por criticidade.

2.3 Tratamento dos Registros Termográficos

Com os registros das ocorrências classificados, o estudo propõe uma análise termográfica pontual, nela todos os dados e critérios já citados irão se incorporar a um quadro onde está apresentado desde as imagens captadas do componente, até o detalhamento da sua função no sistema. Ainda neste quadro, uma análise objetiva irá determinar e direcionar os riscos inerentes à sua falha e quais as formas de atendimento são recomendadas.

O quadro, denominado Análise Termográfica, irá conter todos os dados necessários para o profissional da área de manutenção localizar o ponto da ocorrência, visualizá-lo, entender sua função e importância no sistema, sabendo, assim, como programar o seu atendimento, sem a necessidade da consulta a metodologias ou cálculos.

O estudo ainda propõe que na análise termográfica, o diagnóstico seja aprofundado na natureza do aquecimento, buscando a causa dessa anomalia e identificando exatamente quais as consequências que a falha de um simples componente eletrônico ou elétrico pode comprometer na funcionalidade de um dispositivo que pode ser responsável por um importante equipamento ou circuito do sistema, esse diagnóstico detalhado será o embasamento na determinação dos riscos e recomendações, não fazendo parte do quadro de análise, mas sendo fundamental na concepção do dado registrado.

2.4 Acompanhamento dos Registros

Após a análise, um acompanhamento é realizado de todas as ocorrências, é gerada uma tabela com a descrição do painel e circuito correspondente ao componente aquecido, nela um campo com a ação desenvolvida será apresentado, além das datas dos últimos três registros termográficos.

O acompanhamento se torna fundamental, não só pelo resultado da ação desenvolvida,

mas também para o estudo da evolução, continuidade ou diminuição da temperatura em determinado componente, são os registros dessa tabela que irão direcionar novos registros pontuais numa próxima inspeção termográfica.

Esse histórico a ser formado será uma importante ferramenta na determinação da periodicidade das inspeções, além de ser o maior indicativo de uma possível falha no equipamento ou circuito onde encontra-se o componente aquecido, com isso busca-se o atendimento de um dos grandes objetivos desse estudo que está fundamentado nos conceitos da manutenção preditiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção e comprovação dos dados estudados, foram realizadas inspeções termográficas nos painéis de uma subestação de 230 kV. Para o início foi programada a inspeção visual com uma câmera termográfica, solicitado o acionamento de todos os equipamentos e dispositivos possíveis daquela instalação. Esse fato contribuiu na evidenciação de aquecimento em muitos circuitos que estavam desligados, foram ainda removidas todos anteparos que podiam comprometer uma leitura mais clara e sem obstáculos.

Os dados apresentados são referentes a essa Subestação. Para a atividade, todas as normas de segurança e procedimentos de intervenção foram seguidos, um profissional habilitado e qualificado da própria empresa realizou a coleta dos registros, acompanhado de outro profissional da área de Proteção e Automação de Subestações, que ficou responsável pela identificação dos componentes aquecidos conforme a metodologia desse estudo.

Após a coleta e registro, a inspeção gerou sua primeira tabela que é responsável pela identificação das ocorrências.

Tabela 4 – Ocorrências

OCOR	PAINEL	EQUIP./COMPONENTE	A (°C)	MTA (°C)
1	21C – OSCILO	FTR1 – FONTE DE TENSÃO	150	70
2	3C – AREIA	BRX – RELÉ AUXILIAR	96,9	70
3	TF 1,2 230KV	ME1 – MÓD. DE ESTADO	132	110
4	RETIFICADOR	PLACA PCI 3	107	150
5	RETIFICADOR	PLACA IP750A	134	70

Fonte: Elaborado pelo Autor

Com os valores de temperaturas registrados, calculou-se o aquecimento e a máxima temperatura admissível para cada componente, o resultado nos permitiu definir o critério flexível e a classificação em cada ocorrência, assim a tabela foi reordenada conforme sua criticidade em relação ao sistema elétrico.

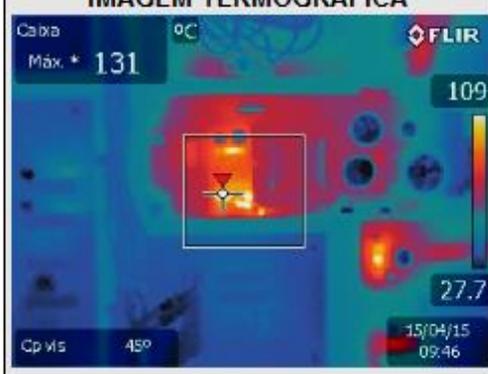
Tabela 5 – Ocorrências por criticidade

OCOR	PAINEL	EQUIP./COMPONENTE	A (°C)	RISCO
1	RETIFICADOR	PLACA IP750A	134	RF
2	3C – AREIA	BRX – RELÉ AUXILIAR	96,9	RF
3	TF 1,2 230KV	ME1 – MÓD. DE ESTADO	132	RA
4	RETIFICADOR	PLACA PCI 3	107	RF
5	21C – OSCILO	FTR1 – FONTE DE TENSÃO	150	RF

Fonte: Elaborado pelo Autor

Classificadas as ocorrências, para cada uma delas foi elaborado um quadro com sua análise termográfica, a seguir, representa-se uma das ocorrências identificadas.

Quadro 1 – Análise Termográfica

ANÁLISE TERMOGRÁFICA	
Equipamento / Componente:	Retificador Tectrol – Placa IP750A (Conversor DC/DC)
Localização:	Parte frontal interna do Equipamento
Ocorrência:	1
IMAGEM VISUAL	IMAGEM TERMOGRÁFICA
	
MTA (°C): 70	Temp. ambiente (°C): 23
Classif. do aquecimento (°C)	Classif. do Risco
< 42 < 63 < 84 > 85	SR RA RE RS
Descrição/ detalhamento do ponto aquecido:	
<p>Pelas imagens verifica-se que o componente com temperatura de 131°C trata-se do Resistor R5, bem próximo e com temperaturas semelhantes temos R4 e R7, no resistor R5 já é possível visualizar sinais de queima. A placa IP750A é responsável pela conversão de 125Vcc para 24Vcc, essa tensão é utilizada para a alimentação dos circuitos eletrônicos de diversas outras placas deste equipamento.</p>	
Análise:	
<p>Analisando o Manual do Fabricante verificou-se que o Resistor R5 é de Fio metálico Série PR37, e conforme seu datasheet a temperatura de operação limita-se a 70 °C, a partir deste valor suas características podem ser alteradas. Nas imediações do Resistor R5, dois outros resistores (R4 e R7), também apresentam temperaturas semelhantes, sendo R7 do mesmo modelo de R5, já o Resistor R4 é de Carbono Série CR25, seu datasheet também limita a Temperatura de operação a 70 °C. Todos os resistores suportam temperaturas até 300 °C, porém suas características não.</p>	
Providências a serem tomadas:	
<p>Recomenda-se a troca da Placa IP750A e na impossibilidade, troca dos componentes identificados em caráter de urgência. A ocorrência será encaminhada para a Equipe de Manutenção.</p>	
Subest/ EXE	Equipe Resp.: STPACS
Data: 15/04/15	

Aprofundando no diagnóstico, ao analisar o esquema da placa do retificador em questão, verificou-se que os resistores R4 e R5 atuam diretamente sobre o CI1.

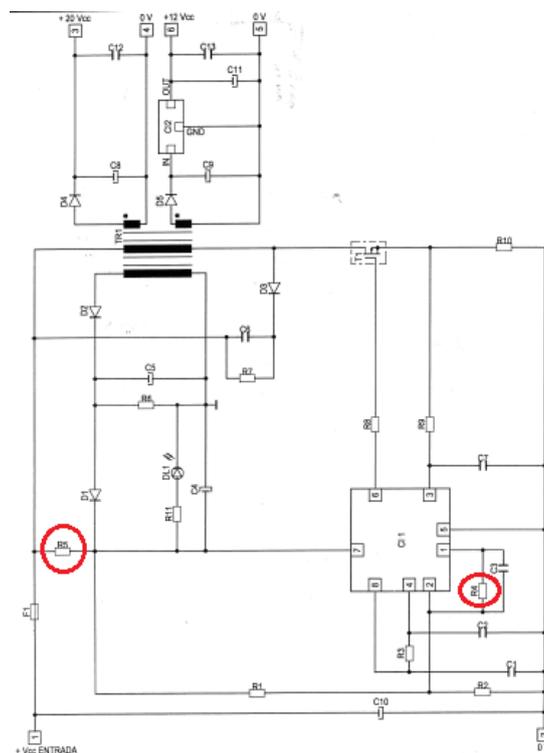


Figura 2 – Esq. Placa IP750A – Retificador Tectrol
 Fonte: Manual do Fabricante – Tectrol

Consultando o manual do fabricante, verifica-se que o CI1 em questão é o CI UC3842, com utilização específica para fontes chaveadas.

Com a análise, ficou claro a importância, principalmente do resistor R4, no funcionamento do circuito eletrônico, pois nele encontra-se o ramo que realiza o controle da tensão de saída da fonte. A perda de suas características devido ao aquecimento pode interferir diretamente no correto valor da tensão de saída, afetando assim o correto funcionamento de diversas outras placas do equipamento que são alimentadas por essa placa conversora.

Ao final das análises, em cada uma das ocorrências, foi gerada a tabela de acompanhamento e esta é responsável pelo controle dos pontos identificados com aquecimento, seja em sua eliminação, recorrência, evolução ou desaparecimento.

Tabela 6 – Acompanhamento das ocorrências:

Painel	Componente	Ação Desenvolvida	Temp. Medida (°C) e Risco		
			15/10/15	15/07/15	15/04/15
Retif.	Placa IP750A	Aguarda Atendimento			134
3C	BRX - Relé Auxiliar	Aguarda Atendimento			96,9
5C	ME1 – Módulo de Estado	Aguarda Atendimento			132
Retif.	Placa PCI3	Aguarda Atendimento			107
21C	FTR1 – Fonte de Tensão	Aguarda Atendimento			150

Fonte: Elaborado pelo Autor

4. CONCLUSÕES

A inspeção termográfica em painéis de proteção, automação e sistemas de emergência já é uma realidade na empresa onde foi desenvolvido o estudo, contudo, como em qualquer novo método implantado, somente o histórico das medições, a viabilidade da mão de obra utilizada e a constatação de resultados práticos poderão validar sua empregabilidade.

A geração de uma “Tabela de Máxima Temperatura Admissível por Componente” ampla e completa, no que diz respeito aos painéis, é o maior desafio, pois a composição destes engloba diversos equipamentos e dispositivos de diferentes características, e a análise pontual de cada um requer um estudo minucioso, detalhado, evitando, assim, considerações ou suposições de valores de temperatura muito genéricos ou específicos de um determinado modelo ou fabricante.

Somente a catalogação, análise específica e subsequente comparação com os outros modelos poderá definir um elemento referencial capaz de tornar as coletas de dados cada vez mais substanciais.

Outro fator importante a ser definido é a periodicidade da inspeção, o histórico, ainda precoce, limita-nos a afirmar que a próxima inspeção deve ser realizada em “X tempo”.

Baseado em inspeções termográficas dos equipamentos externos das subestações, já realizado há um longo tempo, será adotado o prazo trimestral para uma nova inspeção. As comparações do número e criticidade das ocorrências em relação à última realizada, será o principal ponderante para a diminuição ou aumento do intervalo entre as inspeções.

Em uma época onde a crescente demanda de energia elétrica, em contraste com as dificuldades da geração e transmissão desta, em condições cada vez mais desafiadoras, torna em evidência a estabilidade do sistema elétrico, e isso afeta diretamente as áreas envolvidas com a manutenção desse sistema, tornando as atividades preventivas, preditivas ou corretivas cada vez mais controladas, diminuindo os prazos para sua realização e “punindo” todos os envolvidos com restrições e multas que engessam todo um gerenciamento de manutenção que prioriza por atividades que previnam o seu constante funcionamento.

As dificuldades impostas pelos órgãos controladores do sistema elétrico, quando se fala em “Desligamento de um Circuito para a realização de Manutenção Preventiva”, lançou o desafio da busca por alternativas que não as exijam, e é exatamente nesse ponto que a Inspeção Termográfica nos Painéis de Proteção, Automação e Sistemas de Emergência vem a contribuir.

A adoção de um método não destrutivo ou invasivo, permite sua livre adoção em um meio repleto de restrições e confere ao complexo e exigente sistema de proteção de uma subestação, mais uma ferramenta na busca por iminentes causadores de falhas ou interrupções indevidas num meio interligado e de alta importância.

Os resultados obtidos no estudo exposto neste artigo, mostram que dispositivos envolvidos diretamente com a proteção de uma subestação possuem pontos de aquecimento, e que após analisados evidenciou-se que os pontos aquecidos são na verdade componentes eletrônicos, os quais podem vir a deixar de desempenhar suas funções e comprometam o funcionamento desse dispositivo e, em consequência, oferecer risco a todo o sistema.

Uma das grandes particularidades do sistema de proteção, é o fato de muitos de seus equipamentos só serem utilizados quando justamente ocorre um desligamento.

Em um meio onde se almeja sempre a estabilidade e, indiscutivelmente, a empresa chegue próximo desse objetivo, as atuações do sistema de proteção são escassas e nessa

característica esconde-se o risco de uma falha que estava presente em um simples componente eletrônico que há tempos não era solicitado, mas que poderia ser evidenciada em métodos complementares as manutenções preventivas sistemáticas já realizadas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15424**: Ensaio não destrutivos - Termografia – Terminologia. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15572**: Ensaio não destrutivos - Termografia por infravermelho – Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos. Abril/2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15866**: Ensaio não destrutivo – Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos. 2010.

CONTEC – PETROBRÁS. **N-2475**: Inspeção termográfica em sistemas elétricos. s.l, 2005.

FLIR. **Manual do Utilizador FLIR ExxSeries**. Novembro/2011.

INFRACTION INSTITUTE. **Standard for Infrared Inspection of Electrical Systems & Rotating Equipment**. Infracpection Institute, 2008.

MARTINS, DENIZAR CRUZ; BARBI, IVO. **Eletrônica de Potência**: Conversores CC-CC Básicos não isolados. 2.ed.rev. - Florianópolis. Edit. Dos autores, 2006.

TORRES, GABRIEL. **Anatomia das Fontes de Alimentação Chaveadas**. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/anatomia-das-fontes-de-alimentacao-chaveadas/1218/10>>. Acesso em: 22/07/2016.

VERATTI, A.B. **Sistema Básico de Inspeção Termográfica**: Um novo patamar na relação custo benefício em Termografia. Icon tecnologia. Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/site/downloads/artigos/SBIT3a.pdf>>. Acesso em: 22/07/2016.

WFER – SISTEMAS DE MANUTENÇÃO. **Análise Termográfica – Relatório técnico 0714**. Araraquara SP. 2014. Disponível em: <http://www.arespcj.com.br/arquivos/85173_RT_TMG_NOVA_ODESSA_CODEN_COMPLETO_0714.pdf> .Acesso em:22/07/2016.