

TERMOGRAFIA APLICADA EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Paulo Messias Santiago e Eduardo Luiz da Silva

Cemig Distribuição S.A. - Minas Gerais – Brasil

messias@cemig.com.br, eduardo.lisiva@cemig.com.br

Resumo — As inspeções periódicas em redes de distribuição são uma importante ferramenta das empresas do ramo de energia elétrica a fim de orientar seus programas de manutenção. Com a modernização das redes e aumento das demandas energéticas, torna-se necessário procurar formas mais precisas e produtivas para estes levantamentos, a fim de garantir a confiabilidade e a continuidade do sistema. Neste contexto uma das alternativas para a inspeção das redes, são os sistemas de medição em infravermelho, como o Termovisor. O objetivo desse artigo foi abordar os possíveis benefícios da inspeção termográfica em redes de distribuição de energia elétrica. Através de uma pesquisa participante do processo de inspeção termográfica e análise dos dados registrados nas diversas fontes de consulta de uma concessionária local, foi possível constatar ganhos relevantes para a concessionária com a adoção desta modalidade de inspeção, além de novas perspectivas de uso do equipamento. A pesquisa também permitiu observar que para resultados positivos, é de suma importância o conhecimento não só dos aspectos operativos do Termovisor, mas também da teoria básica que envolve a medição da radiação em infravermelho.

Palavras-chave: termografia, inspeção, manutenção, energia.

THERMOGRAPHY APPLIED IN DISTRIBUTION NETWORKS

Abstract -Periodic inspections of distribution networks are an important tool for companies in the electricity sector in order to guide their maintenance programs. With the modernization of networks and increased energy demands, it is necessary to seek more accurate and productive ways for these surveys in order to ensure the reliability and continuity of the system. In this context one of the alternatives for the inspection of networks, are measuring systems in infrared, as the thermal imager.

The aim of this paper was to discuss the possible benefits of thermographic inspection in power distribution networks. Through a participatory research of thermographic inspection process and analysis of the data recorded in various sources query from a local dealership, there has been significant gains for the concessionaire with the adoption of this inspection mode, as well as new perspectives of use of the equipment. The survey also allowed us to observe that for positive results, it is extremely important to know not only the operational aspects of the thermal imager, but also the basic theory that involves radiation measuring infrared.

Keywords: thermography, inspection, maintenance, energy.

I. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda de energia em escala mundial, a dependência cada vez maior deste bem por parte das empresas e consumidores, além das regras cada vez mais rígidas do órgão regulador no que tange o tempo e o número de desligamentos permitidos aos clientes, faz com que os programas de gestão e manutenção das redes elétricas se tornem cada vez mais necessários e complexos. É com base neste contexto que a presente pesquisa teve como objetivo principal, identificar as vantagens e benefícios que podem ser obtidos por uma distribuidora de energia elétrica com o artifício das inspeções termográficas em suas redes de distribuição e através do caminho da pesquisa, demonstrar a importância das teorias básicas do processo para um melhor resultado final.

A implantação do processo de inspeção termográfica com a aquisição dos equipamentos de medição em infravermelho, bem como a capacitação de profissionais para a realização das inspeções, é um alto investimento muitas vezes de retorno questionado pelas empresas. Assim o tema em questão vem trazer uma melhor visão dos pontos relevantes da utilização da termografia em sistemas elétricos de distribuição de energia, sendo também referência para a adoção da técnica para quaisquer sistemas elétricos complexos.

O presente artigo pretende explorar os benefícios possíveis com a utilização da termografia, na busca de encontrar formas de direcionar corretamente as demandas de manutenção, elevando os patamares de confiabilidade e continuidade do sistema de distribuição de energia. A inspeção termográfica visa contribuir para atender os limites regulatórios de interrupções em quantidade e tempo,



XIV CEEL - ISSN 2178-8308
03 a 07 de Outubro de 2016
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

demonstrando uma melhor visão dos ganhos que podem ser obtidos através da termografia, para as empresas de distribuição de energia, e seus consumidores de forma geral.

A metodologia e o desenvolvimento da pesquisa de campo e seus resultados serão abordados através dos objetivos :

- Avaliar os ganhos para a concessionária de energia com modalidade de inspeção termográfica;
- Pesquisar a importância dos aspectos teóricos do infravermelho frente às inspeções;
- Identificar avanços alcançados na rotina da manutenção.

O estudo buscou verificar como obter o máximo desempenho do equipamento termovisor, bem como confirmar a importância da interpretação das imagens em infravermelho para as inspeções. Além da realização de inspeções termográficas reais e avaliação do potencial das falhas encontradas, contribuindo para mensurar os benefícios alcançados.

II. ASPECTOS REGULATÓRIOS DA DISTRIBUIÇÃO

Desde dezembro de 2008, Os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no sistema Elétrico Nacional – PRODIST foram criados para definir premissas básicas para o acesso ao sistema de distribuição de energia elétrica.

Dentre os vários módulos que compõem o PRODIST, o Módulo 8 do PRODIST, que trata da qualidade da energia fornecida aos consumidores, estabeleceu indicadores para o acompanhamento e fiscalização da continuidade e disponibilidade da energia distribuída [1].

Por definição da ANEEL, através do Módulo 8 do PRODIST, esta deve ser medida e fiscalizada de acordo com os indicadores e que uma vez ultrapassados os limites máximos previamente estabelecidos, a distribuidora deve ser penalizada com ressarcimento direto na fatura do consumidor. Tais indicadores podem ser coletivos e individuais, dentre outros estabelecidos pelo órgão regulador. A lista a seguir trata daqueles de maior relevância:

- DEC, Duração Equivalente de Interrupção por unidade consumidora. Este indicador exprime quanto tempo em média, determinado conjunto de consumidores, teve seu fornecimento interrompido em um período específico.
- FEC, Frequência Equivalente de interrupção por unidade consumidora. Este trata do número médio de interrupções aos clientes no período de observação.
- DIC, duração de interrupção individual por unidade consumidora.
- FIC, Frequência individual de interrupções da unidade consumidora.
- DMIC, Duração Máxima de interrupção contínua por unidade consumidora.

De acordo com a resolução 024 da ANEEL [2], os indicadores coletivos DEC e FEC devem obedecer as seguintes equações:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^n CA(i) \times t(i)}{CC} \quad (1)$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^n CA(i)}{CC} \quad (2)$$

Onde:

$CA(i)$ - número de consumidores interrompidos quando da contingência “i”;

$t(i)$ - Duração da interrupção quando da contingência “i”;

CC - Número total de consumidores do conjunto verificado.

III. A TERMOGRAFIA

Ao contrário do que se possa imaginar, a Termografia é uma técnica utilizada desde a década de 60 e neste processo a radiação eletromagnética em uma faixa de frequência específica, designada como radiação em infravermelho, que é naturalmente emitida por todas as formas físicas do planeta é identificada e analisada através de imagens térmicas ou termogramas.

Um termograma [4] é uma imagem que proporciona a análise do objeto considerando a distribuição de sua temperatura e por se tratar de uma técnica não destrutiva onde as imagens são geradas a distância dispensando o contato físico do profissional operador do equipamento com o objeto a ser avaliado, a termovisão é considerada uma das mais eficazes formas de inspeção preditiva para sistemas elétricos, garantindo a segurança necessária mesmo para altos níveis de tensão.

A Termografia já foi descoberta por vários setores e empresas de todo mundo como um modo eficaz de monitoramento e diagnóstico dos equipamentos e componentes para fins de inspeção e da manutenção preditiva, ela aparece como um dos mais eficazes, confiáveis e seguros métodos de inspeção em sistemas elétricos, se destacando por proporcionar a redução dos custos, oferecer segurança e resultando em melhor desempenho de um sistema [3]. Várias são as vantagens apontadas pelo uso desta tecnologia, dentre elas estão:

- Capacidade de identificação e localização pontual das falhas;
- Possibilita análise com os equipamentos em pleno funcionamento;
- As inspeções são realizadas a distância evitando a exposição ao risco para o operador;
- Oferece uma melhor visualização da situação do problema;
- É capaz de determinar a temperatura aproximada dos objetos sem contato físico;
- Proporciona a ação antes que ocorra a falha;
- Os dados são gerados em tempo real.

A. O Termovisor

Trata-se de um sistema de medição capaz de detectar a radiação térmica emitida pelos objetos, convertendo a em sinais eletrônicos e através do processamento destes sinais,

transformar os mesmos nos chamados termogramas, que são imagens formadas através da radiação em infravermelho emitida por um corpo em função de sua temperatura. Nestas imagens os gradientes de coloração de tons variados representam diferentes quantidades de emissão de radiação que podem ser convertidos na sua temperatura aproximada.

Um sistema de medição em infravermelho como um termovisor, é dotado de lentes, detectores de radiação e processadores capazes de converter a radiação infravermelha em impulsos elétricos, que serão utilizados para formação da imagem térmica [5].

A Figura 1 nos mostra uma moderna câmera termográfica que pode ser utilizada em várias áreas de atuação, e um termograma típico.



Fonte: Site EFITEC, 2015.

Fig. 1. Câmera termográfica e termograma típico.

Na Figura 1 podemos perceber a acessibilidade da câmera que em muito se assemelha a uma vídeo filmadora comum, o que facilita a interação entre a mesma e seu operador. Na imagem termográfica de alta resolução, os diferentes tons citados e a escala a direita são relacionados com a temperatura, a coloração escura denota temperaturas inferiores, o laranja sugere valores superiores à medida que se torna mais intenso. Esta coloração do termograma denominada “Iron” é o padrão mais utilizado nas câmeras termovisoras. Outros padrões de cores como preto e branco, por exemplo, podem ser utilizados para definir os gradientes, entretanto pelo aspecto parecido com algo incandescente, o Iron é intuitivo ao observador e por isso frequentemente utilizado.

IV. DESENVOLVIMENTO

A rede de Distribuição, 138 KV, da cidade de Divinópolis é composta por três subestações(SE) denominadas: SE Usina do Gafanhoto, SE Divinópolis 1 e SE Divinópolis 2.

Estas três subestações alimentam os quase duzentos mil consumidores cadastrados através de 2.440 km de redes elétricas. A Figura 2 [7] expressa outros dados da base Divinópolis e as cidades vizinhas que fazem parte deste complexo de redes.

Base Divinópolis	
Área atendida - km²	6.785,23
Número de consumidores	191.211
Núm. habitantes Divinópolis	226.345
Núm. habitantes na polo	403.095
Número de localidades atendidas	5
Número de municípios atendidos	12
Dados físicos	
Redes de Distribuição (km)	9.678,20
Urbana (km)	2.441,80
Rural (km)	7.236,40
Postes instalados	110.346
Postes - Urbano	51.018
Postes - Rural	59.328
Número de subestações	9
Capacidade instalada (MVA)	246,6



Fonte: Concessionária, 2015.

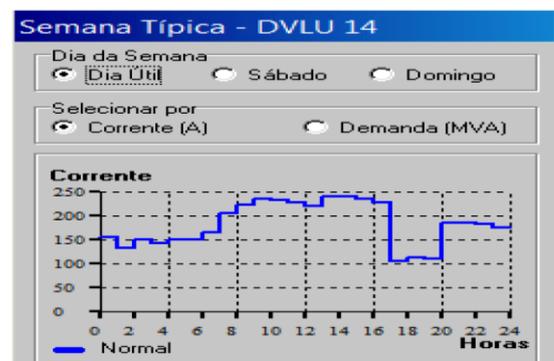
Fig. 2. Dados físicos da Base Divinópolis

Cada subestação citada tem sua capacidade de fornecimento de energia dividida entre circuitos de saída conhecidos como alimentadores. Na saída de cada alimentador existe um dispositivo denominado “Religador” que tem a função de proteger o circuito em casos de: sobrecorrentes, acidentes com a rede elétrica ou desequilíbrios das cargas a ele conectadas por curto circuito ou falhas de qualquer natureza.

A. A inspeção termográfica

As inspeções termográficas foram realizadas por toda extensão dos alimentadores urbanos na procura de falhas denominadas anomalias térmicas, que irão indicar defeitos elétricos ou situações indesejadas para o sistema. As imagens geradas e analisadas pelos técnicos em tempo real foram arquivadas na câmera para análises mais detalhadas quando necessário e elaboração de relatórios para os serviços programados ou que necessitam de intervenção imediata. Algumas ações são adotadas antes do início de cada inspeção visando o sucesso do procedimento, ações estas que detalharemos a seguir.

Como o fluxo da corrente no circuito é um determinante para que uma anomalia ou falha térmica se apresente um levantamento das condições de carga do alimentador a ser inspecionado é realizada. A Figura 3 a seguir exhibe dados de um dos alimentadores alvo da pesquisa.



Fonte: Concessionária, 2015.

Fig. 3. Corrente diária Alimentador

Pela Figura 3, pode-se definir o horário adequado para a inspeção do ponto de vista do fluxo de carga, O horário de maior intensidade de corrente permite um melhor

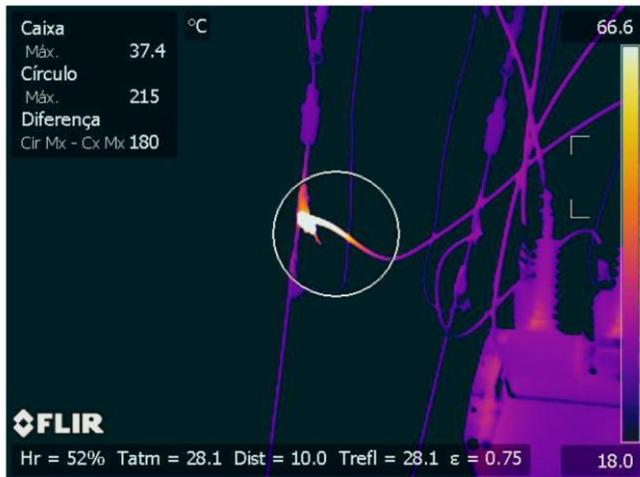
dimensionamento de uma possível anomalia térmica. Como a câmera faz a leitura da radiação em infravermelho dos objetos e não da temperatura, alguns parâmetros e variáveis da medição devem ser inseridos pelo operador antes de iniciar as atividades, sendo eles:

- A emissividade do objeto;
- A umidade relativa do ar;
- A distância do objeto;
- Temperatura atmosférica;
- Temperatura refletida.

A emissividade (ϵ), define quanta energia um corpo é capaz de transmitir, em um dado comprimento de onda e é definida por valores entre zero e um. O chamado corpo negro ideal é aquele que em teoria possui emissividade igual a um ($\epsilon = 1$), Na prática, os corpos reais tem emissividades menores que um ($\epsilon < 1$), uma vez que ela é a taxa do poder de emissão de um material se comparado ao corpo negro ideal.

A temperatura refletida seria aquela de fontes de calor que circundam o objeto, mas em caso de redes aéreas esta influência é a própria atmosfera, por isso neste campo é inserido também a temperatura ambiente. A umidade relativa do ar é colhida com o auxílio de um Termo higrômetro, equipamento específico para este fim.

É Somente através destas informações aliadas a medição da radiação pelos sensores, que a câmera é capaz de definir a temperatura da amostra com um menor índice de erro. A Figura 3 nos mostra uma imagem fruto de uma das inspeções já com os dados básicos inseridos na tela.



Fonte: O autor, 2015.

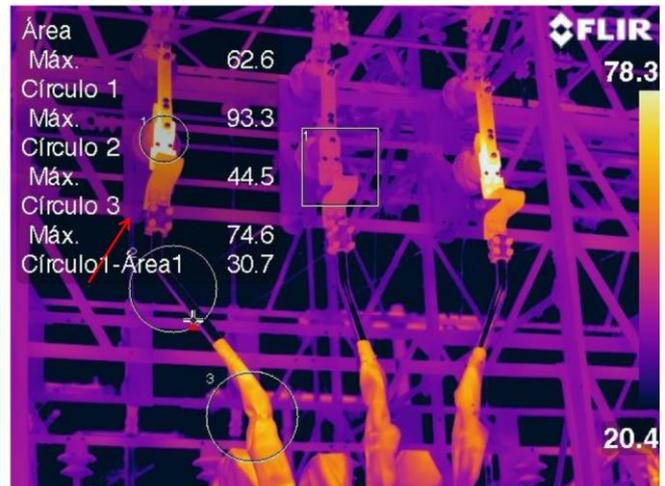
Fig. 3. Imagem de anomalia térmica.

V. INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS TEÓRICOS NA ROTINA DE INSPEÇÕES

Pôde ser confirmado em inspeções realizadas sob influências externas do meio, que estas podem interferir e causar confusão na interpretação dos termogramas. Fatores como a radiação infravermelha e luminosa emitidas pelo sol e inspeções realizadas após chuvas ou em períodos matutinos com a presença de altas umidades relativas podem influenciar negativamente os resultados, portanto devem ser evitados.

Foi possível através da pesquisa, perceber a importância de conhecer sobre os comportamentos de materiais com

emissividades diferentes, variável que pode induzir a falha na interpretação. A Figura 4 a seguir é um exemplo de termograma que proporcionou uma melhor visão sobre a emissividade.



Fonte: O autor, 2015.

Fig. 4. Imagem térmica em subestação.

No termograma, foi possível perceber que conjuntos com a mesma temperatura, mas compostos de materiais diferentes podem confundir a interpretação das imagens, os barramentos de alumínio polido parecem frios, pois sua emissividade é baixa. De forma contrária as coberturas dos contatos do religador sugerem uma temperatura superior, pois possui emissividade elevada. Através desta análise foi possível melhor interpretar o comportamento das ondas infravermelhas de acordo com a característica dos materiais.

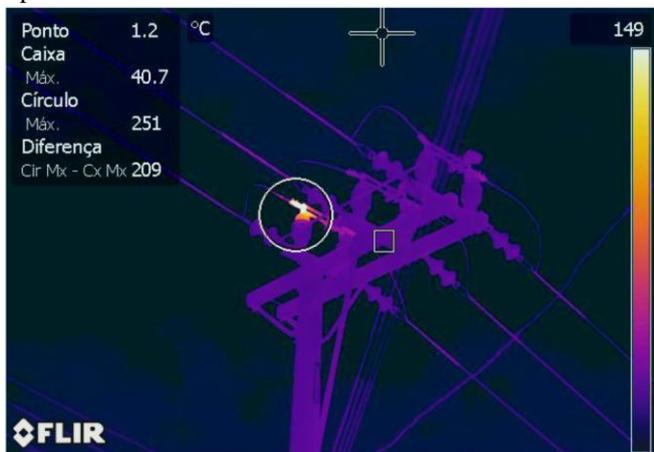
A borda roxa indicada pela seta vermelha na Figura 4, trata-se de um reflexo da radiação solar, sua forma contínua e sem variação não sugere um aquecimento real. As anomalias térmicas típicas se mostram como na Figura 4, é clara a definição do gradiente de temperatura se reduzindo a medida que se afasta do ponto defeituoso independente do ângulo de análise, característica verificada como básica de falhas térmicas reais. Apesar da confirmação de quão negativo é a inspeção em horários de grande radiação, as inspeções em horários com maior incidência do sol foram impossíveis de se evitar, pois como vimos através do gráfico um, o horário de maior corrente em trânsito no alimentador pode ocorrer em pleno dia. Por este motivo a atenção a estas influências e a melhor compreensão destes fatores por parte do técnico inspetor foram de suma importância para interpretações corretas dos termogramas quando em inspeções sob influências externas.

Vale salientar que o desconhecimento ou a banalização dos aspectos citados bem como uma falha de análise da situação verificada pode resultar em desligamentos desnecessários, gerando prejuízos ao processo, aos consumidores e principalmente a concessionária de energia elétrica.

VI. CONTRIBUIÇÃO DAS INSPEÇÕES NA ROTINA DA MANUTENÇÃO

Durante o período das inspeções realizadas para fins de análise e levantamento dos dados para a composição deste trabalho, inúmeros pontos com anomalias relevantes foram

detectados e analisados de forma a direcionar corretamente as equipes de manutenção. Dentre as varias situações de falhas verificadas durante a pesquisa, a Figura 5 a seguir foi um dos casos de maior relevância, e de melhor aproveitamento experimental.



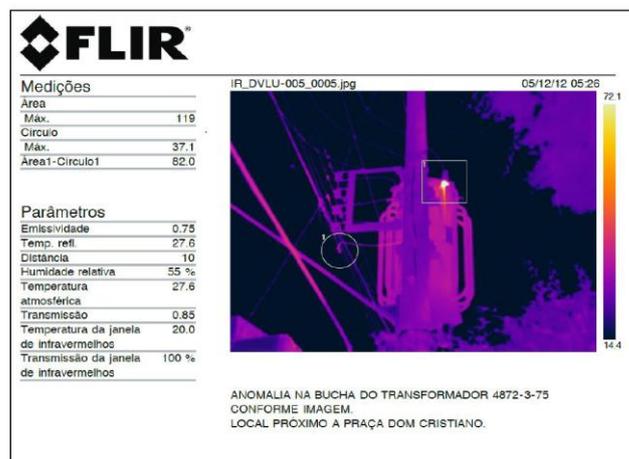
Fonte: O autor, 2015.

Fig. 5. Imagem de anomalia térmica grave.

A imagem da Figura 5, trata-se de uma chave seccionadora de Rede de Distribuição 15 KV com operação à distância, que apresentou uma anomalia térmica na fase A, atingindo aproximadamente 251°C oferecendo um risco eminente de falha elétrica de impossível detecção a olho nu e com potencial de gerar grandes prejuízos a distribuidora de energia. De acordo com os dados levantados após a detecção da falha, em caso de ruptura ou até um curto circuito proveniente do arco elétrico gerado já que se trata de altas correntes e tensão em KV, resultaria em interrupção no fornecimento de energia para mais de 7.000 clientes. Falhas desta magnitude são responsáveis por parte dos ressarcimentos pagos pela distribuidora por transgressão dos limites de DIC, FIC e DMIC (ver Figura 7). Além do tempo de interrupção que será negativo para os indicadores DEC e FEC estratégicos para as concessionárias de energia do ponto de vista da concessão, uma ocorrência deste porte também pode gerar prejuízos financeiros significativos em multas por transgressão dos limites regulados e da mão de obra emergencial para as correções necessárias.

Um avanço significativo detectado pela pesquisa foi à extensão das inspeções para pontos de baixa tensão principalmente em áreas comerciais. Devido às altas potências instaladas nestes trechos, são comuns as reclamações de tensão oscilante e baixa. Falhas percebidas em transformadores e conexões de baixa tensão levaram a solução imediata de problemas de nível de tensão que geralmente são de difícil tratamento, pois, segundo as regras do órgão regulador e da própria concessionária, todo um processo deve ser seguido, desde o primeiro atendimento onde são verificadas as conexões da rede sob suspeita até a instalação de equipamentos para medição e avaliação dos níveis de tensão do circuito por um período pré-estabelecido para averiguar a procedência da solicitação. Uma simples inspeção termográfica se mostrou eficiente para um primeiro diagnóstico deste tipo de situação, pois nos casos onde havia a anomalia térmica, pode-se solucionar o problema de forma rápida evitando custos prováveis do procedimento normal. A

Figura 6 é um exemplo de relatório simplificado para ação imediata da equipe de manutenção frente à anomalia de baixa tensão.



Fonte: O autor, 2015.

Fig. 6. Relatório simplificado.

Através do termograma, a ação da manutenção é simplificada. A qualidade e objetividade da imagem proporciona a solução rápida e eficaz.

Outro aspecto percebido no processo de inspeções termográficas foi a possibilidade de triagem e definição dos pontos com maior necessidade de manutenção imediata devido a gravidade da falha detectada. Conforme o grau de temperatura verificada, pode-se definir pela manutenção imediata, monitoramento da falha com agendamento de inspeção futura ou programar uma intervenção em longo prazo para situações de falhas mais leves. Além de viabilizar uma preventiva precisa e evitar a manutenção corretiva, o monitoramento de equipamentos e acessórios da rede também foi uma característica das inspeções termográficas, viabilizando assim a aplicação da técnica preditiva de manutenção, onde o monitoramento contínuo possibilita a programação da intervenção somente quando é realmente necessária.

De forma geral é possível destacar como avanços da rotina de manutenção com a utilização da termografia:

- Possibilidade de monitoramento de equipamentos e acessórios;
- Melhor programação e seleção das intervenções necessárias;
- Aproveitamento produtivo da mão de obra disponível;
- Visão detalhada do defeito e melhor preparação;
- Melhor análise dos riscos através do termograma;
- Redução da manutenção corretiva por falhas elétricas.

Índices de Compensação de Continuidade					
Região SUDESTE					
CEMIG-D - 2015					
Compensações	DIC, FIC e DMIC			DICRI	Total
	Mensais	Trimestrais	Anuais	Mensais	
Quantidade das compensações	2.461.989	431.799	0	104.585	2.998.373
Valor das compensações (R\$)	9.506.237,34	951.791,07	0,00	821.009,86	11.279.038,27

Fonte - ANEEL, 2015.

Fig. 7. Compensações de Continuidade

VII. GANHOS PARA A DISTRIBUIDORA DE ENERGIA

A pesquisa permitiu observar, que a robustez e confiabilidade necessária para um sistema que não pode ser interrompido com frequência estão diretamente ligadas ao seu monitoramento efetivo. Na análise dos dados obtidos e dos relatórios das diversas inspeções termográficas realizadas, foi possível identificar a contribuição da técnica de inspeção em vários aspectos de relevância para a concessionária.

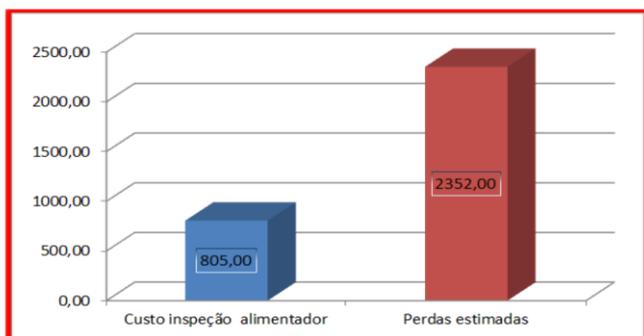
Devido à característica preditiva das inspeções termográficas, ou seja, de identificação antes que a falha aconteça, será expresso um comparativo estimado entre o custo da inspeção e as perdas prováveis em caso de efetivação de uma das falhas em potencial detectadas ao longo da pesquisa. Adotaremos a falha detectada na Figura 5 mostrada anteriormente. Como parâmetro será considerado uma interrupção de uma hora causada pela falha. A Figura 8 oferece dentre outras informações do alimentador a sua demanda para uma estimativa das perdas em KW.

Dados Gerais		Extensão por Tipo de Rede (Km)			
Comprimento Total	19,75 Km	Rede Urbana		Rede Rural	
Comprimento do Tronco	7,56 Km	Convencional	6,21	Convencional	4,24
Comprimento dos Ramais	12,19 Km	Protegida	8,20	Protegida	0,76
Número de Traços	106	Isolada	0,30	Isolada	0,0
Demanda Total	5737 kVA	Subterrânea	0,01	Subterrânea	0,0
Perdas Totais	1,1 %				
Número de Equipamentos		Carga Instalada (kVA)			
Reguladores	0	Distribuída	7736	Rural	25
Religadores	1	Concentrada	6691	Total	14452
CH Fusível	23	Número de Clientes			
CH Unipolares	34	Secundários	4950	Rurais	1
Auto-Trafo	0	Primários	14	Total	4965

Fonte: Concessionária, 2015.

Fig. 8. Dados físicos do alimentador

Considerando a demanda de 5.737 KVA, um custo médio do KW/h no valor de 40 centavos sem impostos e o custo da inspeção termográfica em 106,48 reais por quilômetro inspecionado conforme dados da concessionária, a Figura 9 [7] esboça o potencial das perdas e o custo da inspeção no tronco do alimentador afetado.



Fonte: Concessionária, 2015.

Fig. 9. Perda estimada no alimentador x Custo da inspeção

Através da Figura 9, apesar dos números estimados é possível perceber a relação custo benefício das inspeções. Vale lembrar que nesta estimativa são consideradas apenas as perdas relativas ao consumo de energia, se acrescentar a conta as multas aplicáveis e custos de manutenção emergencial o impacto é ainda mais relevante.

Em uma visão macro dos benefícios percebidos através das inspeções termográficas para a concessionária de energia podemos citar:

- Contribuição para atendimento aos limites do órgão regulador;
- Melhoria da qualidade dos serviços, satisfação do consumidor final;
- Segurança para empregados e para a população;
- Confiabilidade e continuidade do sistema pelo monitoramento contínuo;
- Maior produtividade e melhoria da rotina de manutenção;
- Redução de perdas de consumo e ressarcimento por interrupções;
- Extensão da vida útil dos equipamentos monitorados reduzindo custos de manutenção e aquisição.

VIII. CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo apresentar os benefícios operacionais e as vantagens da utilização da modalidade de inspeção termográfica em uma empresa de distribuição e energia. Durante três meses de estudo e pesquisa em campo, foi possível avaliar que do ponto de vista operacional, são inúmeras as vantagens atingidas pela empresa com a utilização da técnica, podendo ser resumidas pela possibilidade de aplicação da modalidade de manutenção preditiva e preventiva de forma eficaz, aumentando a confiabilidade e disponibilidade do sistema que é o desafio maior de uma distribuidora de energia frente o regime regulatório em vigência.

Além dos benefícios operacionais a aplicação da técnica também se mostrou efetiva para a redução de custos seja na racionalização da mão de obra disponível com a atuação precisa e programada das necessidades do sistema, ou na diminuição das perdas referentes ao consumo de energia, causadas pelas falhas emergências.

Em alguns casos, percebeu-se que não é necessário um alto grau de exatidão da temperatura para a percepção de uma anomalia térmica em um sistema elétrico, entretanto para equipamentos mais complexos onde a influência das variáveis é relevante e para a correta descrição de relatórios, deve-se zelar por informações precisas e confiáveis mesmo para os casos mais simples de falhas elétricas.

Através da pesquisa foi possível ainda observar que a utilização da termografia não se limita a amostras citadas. Com a evolução dos equipamentos e novas tecnologias de redes de distribuição, ou até em outros processos dentro da própria empresa onde esta modalidade ainda não foi aplicada, pode-se obter benefícios com a sua utilização.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Compensação de Continuidade. 015. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/Compensacao_de_Continuidade_Conformidade_v2/pesquisa.cfm?regiao=SE. Acesso em: jul. 2015.

- [2] _____. **Resolução Normativa 024**. 2000. Disponível em: <<http://www.arsal.al.gov.br/servicos/sobre-energia-1/legislacao-do-setor-eletrico-aneel/RES2000024.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2015.
- [3] AFONSO, João. **Termografia: teoria, procedimentos e vantagens**. 2010. Disponível em: <<http://www.iteag.net/termografia.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2015.
- [4] ÁLVARES, Ricardo Costa. Diagnóstico de falhas em para raios utilizando termografia. Minas gerais: 2008. Disponível em: <<http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/347M.PDFf>>. Acesso em: 19 jul. 2015
- [5] COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Manual de Termovisão 01000-316a**: Termografia aplicada ao sistema elétrico de potência. Sete lagoas: Ago. 2011.
- [6] EFITEC. Câmera termográfica e termograma típico. Disponível em: < <http://www.efitecsa.com/es/paginas/349/>>. Acesso em: 30 Ago. 2015.
- [7] COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. (2015). *Dados Físicos, Perdas x Custos*. Acedido em 25 de Agosto de 2015.