



CENTRO UNIVERSITÁRIO DOS GUARARAPES

IKARO DANTAS SANTOS KARKACHI

RAFAEL TIAGO FREIRE DANTAS GICO

HÉRCULES JOSÉ DE OLIVEIRA E SILVA

TERMOGRAFIA APLICADA EM PAINÉIS ELÉTRICOS

TERMOGRAFIA APLICADA EM PAINÉIS ELÉTRICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Elétrica do Centro
Universitário dos Guararapes em Jaboatão dos
Guararapes como requisito parcial à obtenção
do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Anderson Marcolino, Ms.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	04
1.1	METODOLOGIA	05
2	CONTEXTO DA TERMOGRAFIA NA MANUTENÇÃO PREDITIVA EM PAINÉIS ELÉTRICOS.....	05
2.1	TERMOGRAFIA.....	05
2.2	MÁXIMA TEMPERATURA ADMISSÍVEL (MTA).....	06
2.3	PAINEL ELÉTRICO.....	06
2.4	MANUTENÇÃO PREDITIVA EM PAINÉIS ELETRICOS.....	07
2.5	PLANEJAMENTO.....	08
3	ANÁLISES E DADOS OBTIDOS DOS RESULTADOS	09
3.1	MEDIÇÕES REALIZADAS COM O TERMOVISOR	09
3.1.1	Disjuntores de caixa moldada.....	10
3.1.2	Relé de Estado Sólido.....	12
3.2	ANÁLISE DOS DADOS.....	13
3.3	ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE INSPEÇÃO.....	14
3.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	16
4	CONCLUSÃO.....	17
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

Desde o uso de máquinas para modernizar o processo de fabricação, muitas pessoas têm trabalhado para desenvolver formas de organizar o processo produtivo de forma a otimizar a produção. Desde então, duas filosofias principais surgiram para abordar as formas de organização dos processos industriais, o taylorismo e o fordismo. (MORO, 2007).

Analisando mais detalhadamente, verificamos que o taylorismo tende a fazer com que os trabalhadores acompanhem o ritmo das máquinas, minimizando as pausas e interrupções, permitindo que a divisão e subdivisão de tarefas dominem este sistema de produção, ao mesmo tempo em que valoriza instruções e procedimentos mecânicos, estes procedimentos tentam eliminar a necessidade de raciocínio do trabalhador. (MORO, 2007).

Alguns pontos são indicadores importantes do desenvolvimento da economia mundial, como o desenvolvimento da tecnologia, a globalização se desenvolveu com o avanço da internet, que reduziu as fronteiras. Assim, manutenção e produção devem trabalhar juntas para que a empresa alcance seus objetivos. Outro ponto que reforça a importância dessa consolidação do setor é que mercados cada vez mais acirrados e competitivos obrigam as empresas a se tornarem mais ágeis e flexíveis. (COSTA, 2013).

Há algum desacordo na categorização dos tipos de manutenção. Alguns autores afirmam que existem apenas dois aspectos, manutenção preventiva e manutenção corretiva, e que outros tipos serão derivados desses dois aspectos principais. Por outro lado, alguns autores dividem a manutenção em até seis tipos: correções não planejadas (emergência), correções planejadas, manutenção preventiva, manutenção detetive, engenharia de manutenção e manutenção preditiva. (LIMA E CASTILHO, 2006).

Estamos tratando de manutenção preditiva quando procuramos monitorar determinados parâmetros de um equipamento para identificar e corrigir falhas em seus princípios. (OKRASA et al. LII, 1997). Anomalias térmicas geralmente precedem falhas de equipamentos elétricos, tornando a medição de temperatura uma das principais ferramentas de diagnóstico e análise. (NEWPORT, 2002).

Portanto, definimos a termografia como uma técnica que permite a medição remota de temperatura por meio da formação de um mapa térmico (imagem térmica) de equipamentos, máquinas, componentes ou mesmo processos produtivos. Essas informações podem ser obtidas de qualquer objeto ou material que emita radiação infravermelha, pois é assim que as câmeras termográficas realizam as medições. (FRAGA, 2009).

Técnicas como as inspeções por imagens térmicas, nas quais os padrões e comportamento das máquinas podem ser analisados por meio da distribuição de temperatura ao longo do equipamento, sempre visam obter informações sobre a integridade dos componentes para evitar falhas. Como a imagem térmica pode ser realizada enquanto a máquina está funcionando, ela é classificada como teste não destrutivo. (FRAGA, 2009).

1.1 METODOLOGIA

O estudo inicia-se com uma metodologia exploratória, para levantar os dados relacionados aos painéis de distribuição, à correta especificação da câmera termográfica a ser utilizada e para obter conhecimento sobre métodos de planejamento para execução. Já a coleta de dados será realizada diretamente, através de medições com a câmera em campo. NBR 5410 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão).

2 CONTEXTO DA TERMOGRAFIA NA MANUTENÇÃO PREDITIVA EM PAINÉIS ELÉTRICOS

2.1 TERMOGRAFIA

A termografia é um método de aquisição e análise de informações térmicas sem contato direto por equipamentos de medição. (ENGELÉTRICA, 2011). Além disso, a termografia é uma técnica de inspeção não destrutiva e não invasiva que utiliza a radiação infravermelha emitida pelo corpo humano, pois essa radiação aumenta proporcionalmente com a temperatura. Essa técnica de inspeção detecta áreas de alta temperatura em equipamentos eletromecânicos e identifica rapidamente falhas com base em seus valores. Devido a essas propriedades, as imagens térmicas são cada vez mais utilizadas para manutenção preventiva e preditiva em diversas áreas, tais como: metalurgia, química, siderurgia, entre outras (PELIZZARI et al., 2006).

Em ensaios não destrutivos, a tecnologia de imagens térmicas utiliza os raios infravermelhos emitidos pelo corpo humano para observar seu mapa de calor relacionado ao estado operacional, que pode ser aplicado em máquinas e processos produtivos. (VERRATI, 2011).

A termografia ativa analisa o comportamento do corpo durante as fases de aquecimento, quando o corpo é excitado termicamente em sua superfície, ou esfriando ao longo do tempo. (COSTA, 2010).

2.2 MÁXIMA TEMPERATURA ADMISSÍVEL (MTA)

O objetivo da termografia é criar um mapa de calor que, quando analisado em condições normais de operação, mostre pontos quentes incomuns e superaquecimento em máquinas que normalmente não sofrem grandes mudanças de temperatura. (Ksur, 2014).

Uma câmera térmica deve saber a temperatura máxima na qual o componente que está sendo inspecionado pode operar sem causar anomalias no próprio dispositivo ou no processo de inserção. (Ksur, 2014).

A norma NBR 15572:2013 menciona que os usuários finais podem utilizar seus próprios critérios para avaliar a gravidade das anomalias térmicas, ou, em última instância, utilizar como base os parâmetros do fabricante.

Este trabalho terá como base a Norma para Inspeção por Infravermelho de Sistemas Elétricos e Equipamentos Rotativos.

A descrição das anomalias térmicas pode ser dividida em:

- Comparação com outro elemento similar analisando a variação de temperatura (Delta T);
- Um valor estabelecido com base no histórico de operação do equipamento; O Quadro 1, demonstra a classificação de anomalias de acordo com os critérios de Delta T, segundo a Standard for Infrared Inspection of Electrical Systems & Rotating Equipment. (2008).

- Valor estabelecido pelo fabricante em condições normais. (MTA).

Quadro 1: Critério Delta T.

PRIORIDADE	DELTA T	AÇÃO RECOMENDADA
4	1°C a 10°C	Medidas corretivas devem ser tomadas no próximo período de manutenção.
3	>10°C a 20°C	Medidas corretivas com agendamento
2	>20°C a 40°C	Medidas corretivas assim que possível
1	>40°C	Medidas corretivas imediatas

Fonte: Standard for Infrared Inspection of Electrical Systems & Rotating Equipment.

2.3 PAINEL ELÉTRICO

O painel elétrico, também chamado de quadro de distribuição de energia elétrica, é um equipamento elétrico que recebe energia elétrica de uma ou mais fontes de alimentação e a distribui por um ou mais circuitos. Ou seja, sua principal função é receber e enviar energia elétrica. Ele vai ser o grande administrador do sistema de energia elétrica, portanto, parte fundamental de qualquer ambiente que precise de energia elétrica para funcionar e exercer suas atividades.

Um painel elétrico é composto por vários tipos de componentes com características e funcionalidades diferentes trabalhando em conjunto, em funções como controle de variáveis de

processo (temperatura, nível, pressão, vazão etc.), atuando no acionamento automático ou manual de válvulas, motores, bombas e atuadores hidráulicos e pneumáticos.

Como são vários componentes distintos, existem diferentes níveis aceitáveis de temperatura para que possam operar de maneira correta, evitando falhas e aumentando sua vida útil.

2.4 MANUTENÇÃO PREDITIVA EM PAINÉIS ELETRICOS

A análise preditiva de painéis elétricos é onde se concentra a maior porcentagem da utilização de termografia nas industriais, devido ao fato de a temperatura ser um dos principais indícios de falhas em sistemas elétricos. (CABRAL,2010).

Problemas gerados pela relação corrente/resistência em instalações elétricas que são normalmente provocados por conexões oxidadas, com problemas de aperto, sobrecargas ou pelas falhas de componentes, serão facilmente identificados através de uma inspeção termográfica. É possível também diagnosticar problemas relacionados até mesmo ao projeto da instalação, falta de manutenção preventiva e a defeitos de montagem, pois todos esses podem ocasionar sobreaquecimentos dos equipamentos elétricos. (CABRAL, 2010).

Essa inspeção pode detectar problemas antes que eles ocorram possibilitando assim a execução de uma ação corretiva evitando a quebra de máquina. (MEDEIROS,2012). Além disso, é uma técnica considerada segura, devido a distância na qual o trabalho é executado.

A termografia quando aplicada em sistemas elétricos como subestações, linhas de transmissão e transformadores, torna-se um item essencial em programas de manutenção preditiva, pois identifica potenciais falhas nesses sistemas.

Na maioria dos componentes integrantes de sistemas elétricos, sendo eles de baixa, média ou alta tensão, um aumento na resistência ôhmica em função de mau contato, oxidação ou corrosão provoca o aumento da temperatura. Durante a inspeção termográfica, esse aumento na temperatura será detectado e registrado. Portanto, essas alterações térmicas que podem comprometer não só o componente, mas todos os sistemas e processos envolvidos podem ser tratadas de maneira programada. (JÚNIOR, 2010).

A norma NBR 15572 (ABNT, 2013), em sua última revisão, descreve os envolvidos na análise termográfica, onde, no item 5 – Responsabilidades de pessoas, define:

- Inspetor termografista: responsável pela execução da inspeção e que possui conhecimentos sobre os componentes analisados; é portanto, apto para executar e interpretar os resultados; consegue operar corretamente o termovisor seguindo todas as normas de segurança (NR10) e da empresa na qual a inspeção é realizada.
- Assistente qualificado: pessoa que consegue operar corretamente o equipamento a ser inspecionado e segue os requisitos previstos nas normas de segurança com a NR 10.
- Usuário final: pessoa responsável pelas ações que serão tomadas e suas possíveis

consequências, como os resultados obtidos da inspeção e que geralmente indica o assistente qualificado que tenha conhecimento do histórico e da operação dos equipamentos a serem analisados pelo termografista.

2.5 PLANEJAMENTO

Atualmente, para a correta gestão da manutenção, é preciso possuir conhecimentos em diversas áreas de ação, como gestão pessoal, planejamento, engenharia tanto mecânica quanto elétrica, métodos de lubrificação, calibração, gestão de materiais, informática, técnicas de análise de falha etc. (PINTO, 2002).

Para o planejamento é necessário que o conhecimento técnico da máquina atue como base, pressupondo-se que existam árvores de máquinas, codificação e manuais técnico. Abrange desde a elaboração do plano de manutenção, até a preparação e programação das atividades. (PEREIRA, 2009).

A manutenção preditiva atua na detecção das alterações que causem não conformidades no equipamento. Para conferir se às informações adquiridas traduzem alguma instabilidade no equipamento, há necessidade de estabelecer um diagnóstico sobre o equipamento, consistindo no monitoramento de seus componentes. Para a elaboração desse diagnóstico, o termografista ou técnico de manutenção deverá entender a máquina e seu princípio de funcionamento sendo assim apto para descobrir a origem das falhas, bem como suas consequências para o processo produtivo (MORO, 2007).

Para o passo seguinte é necessário que os envolvidos no problema saibam qual a causa raiz que causa a geração de falhas e a deterioração dos componentes além de entender como a falha atua nos equipamentos associados. (MORO, 2007).

Para determinar qual a melhor data para realização da inspeção termográfica nos painéis, foi utilizada a metodologia PDCA, levando em conta alguns pontos importantes como carga atual do painel, tempo de execução, tempo para elaboração do relatório.

É necessário para uma análise térmica fiel à realidade do equipamento, que o painel elétrico esteja com pelo menos 30% de sua carga total no momento da inspeção, e que esteja operando a no mínimo duas horas. Desse modo, a análise não poderá ser realizada caso o painel esteja desligado, ou caso o painel seja ligado apenas na hora da inspeção.

O tempo de execução da inspeção por painel varia de acordo com o tamanho e tipo do painel, além de sua característica construtiva, pois em alguns equipamentos é necessário a remoção das proteções em acrílico, presente sobre os barramentos.

Por fim, o tempo para inclusão de cada painel elétrico inspecionado no relatório é muito semelhante, levando em conta que o formato e quantidade de informações mostradas é o mesmo para

todos os equipamentos. A imagem abaixo mostra o plano de ação elaborado com base nos métodos PDCA e 5W1H.

Quadro: Plano de ação 5W1H em Novembro de 2022

	WHAT (O QUE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO)	WHERE (ONDE)	WHY (PORQUE)	HOW (COMO)
PLAN (PLANO)	Levantamento das atividades a serem realizadas	Funcionário 01	3-nov	Empresa	Para conhecer o número de atividades a serem realizadas	Verificar o checklist de manutenção preditiva da empresa e criar a lista de painéis elétricos
	Definir o dia para execução	Funcionário 01	10-nov	Empresa	Para execução da inspeção	Verificar necessidades da produção e projetar a manutenção preditiva na data de execução
DO (REALIZAÇÃO)	Realizar a inspeção	Funcionário 02	17-nov	Empresa	Para conhecer o estado atual do painel	Inspeccionar os painéis
CHECK (VERIFICAÇÃO)	Analisar os dados obtidos	Funcionário 03	22-nov	Empresa	Para averiguar parâmetros e elaborar o relatório	Analisar as imagens térmicas salvas no termovisor
	Elaborar relatório de inspeção termográfica	Funcionário 03	25-nov	Empresa	Para documentar e registrar a inspeção	Através dos dados adquiridos nas imagens térmicas, elaborar um relatório, apontando possíveis correções necessárias e uma visão geral sobre o estado do painel
ACT (AÇÃO)	Propor a inclusão da inspeção termográfica no plano de manutenção preditiva anual	Funcionário 04	29-nov	Empresa	Para manter monitoramento e plano de manutenção dos painéis elétricos	Sugerir a inclusão da inspeção no plano preditivo anual

Fonte: Do autor

3 ANÁLISE E DADOS OBTIDOS DOS RESULTADOS

3.1 MEDIÇÕES REALIZADAS COM O TERMOVISOR

A câmera usada para teste (abaixo) usa uma tecnologia que captura mais detalhes do que imagens térmicas, chamada MSX (Multispectral Dynamic Imaging). Esse recurso conta com o uso de duas câmeras, uma para gerar imagens térmicas e uma câmera digital típica, quando uma foto é tirada, a imagem é capturada de ambas as câmeras. Ao mesmo tempo, um software integrado extrai detalhes importantes como texto, números, linhas, bordas e os adiciona à imagem térmica para facilitar a medição/visualização dos pontos.

Imagem da câmera térmica FLIR ONE Pro.



Fonte: Do autor

Além do exposto, algumas especificações da câmera utilizada são: resolução térmica de 19200 pixels, capaz de trabalhar em uma faixa de temperatura de -20 a 400°C, resolução de imagem de saída

de 1440x1080 e resistência a choques mecânicos de até 1,8 m . Quanto à escala de temperatura, você pode escolher entre Celsius ou Fahrenheit. Outras informações de suas especificações podem ser adquiridas em seu datasheet. Nos testes realizados optou-se pela utilização do Celsius por ser geralmente o padrão nacional e por ser a unidade utilizada para especificar os limites do produto analisado. A seguir, serão demonstrados alguns dos fenômenos de superaquecimento encontrados em painéis elétricos, a começar pelos disjuntores em caixa moldada, os quais são submetidos a inspeção termográfica e parâmetros observados para análise da temperatura desses componentes.

3.1.1 Disjuntores de caixa moldada

O mesmo critério dos disjuntores termomagnéticos é válido para os disjuntores de caixa moldada, ou seja, suas temperaturas de trabalho variam de acordo com o fabricante e corrente nominal do disjuntor. Os disjuntores analisados são do fabricante SIEMENS e operam em temperaturas entre -25°C à 70°C de acordo com a capacidade nominal, tendo como base a norma ABNT NBR IEC 60947-2.

Imagem real do disjuntor de caixa moldada do painel PMCC-04.



Fonte: Do autor

Imagem termográfica do disjuntor de caixa moldada do painel PMCC-04.



Fonte: Do autor

Parâmetros coletados:

PARÂMETROS DA IMAGEM				
Emissividade	0,90	Carga		
Ambiente °C	26	%	F.C.C	
		76	1,77	
MTA	90	Vento		
MTA %	100%	M/S	FCV	
A temperatura corrigida está á 100% do MTA		1	1	
Correntes Fases	R	S	T	MÉDIA
	88	95	93	92

TEMPERATURAS COLETADAS		
Spots	Temp. coletada	Temp. estimada a 100% de carga TFC
SP1 (°C)	62,2	90,07
SP2 (°C)	54,4	76,27
SP3 (°C)	54,3	76,09
SP4 (°C)	57,1	81,05
STATUS	PROGRAMADO	EMERGÊNCIA

Na **imagem termográfica do disjuntor de caixa moldada do painel PMCC-04**, podemos conferir uma imagem termográfica realizada em um disjuntor de caixa moldada. A temperatura 62.2°C se refere ao M1 na tela da câmera, a temperatura 54.4°C é a temperatura medida no ponto M2, a temperatura 54.3°C é a temperatura medida no ponto M3 e a temperatura 57.1°C é a temperatura medida no ponto M4. A causa desse aquecimento foi a aplicação de um torque inadequado na conexão do disjuntor, que acarretou na deterioração do terminal e isolamento do cabo elétrico. A ação corretiva realizada foi a limpeza e reaperto nas conexões contatos e garras de entrada da gaveta e do disjuntor nas (Fases-RST), também foi substituído o terminal da (FASE S) devido sua temperatura elevada.

Imagem real do disjuntor de caixa moldada do painel PMCC-03.

Fonte: Do autor

Imagem termográfica do disjuntor de caixa moldada do painel PMCC-03.

Fonte: Do autor

Parâmetros coletados:

PARÂMETROS DA IMAGEM				
Emissividade	0,90	Carga		
Ambiente °C	26	%	F.C.C	
		72	2	
MTA	90	Vento		
MTA %	138%	M/S	FCV	
A temperatura corrigida está 38% acima do MTA		1	1	
Correntes Fases	R	S	T	MÉDIA
	105	107	105	105,67

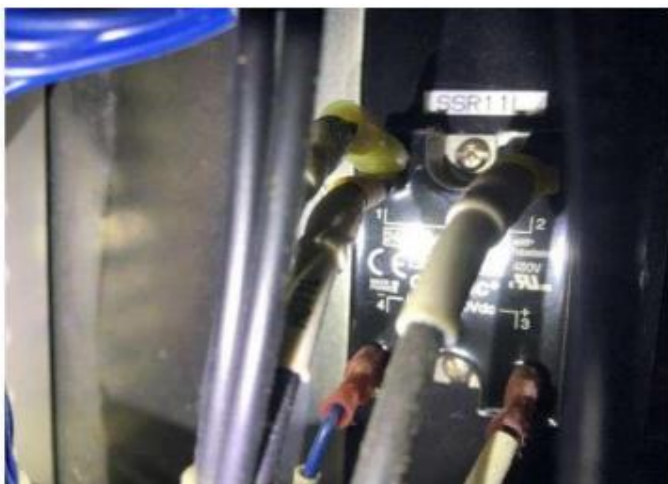
TEMPERATURAS COLETADAS		
Spots	Temp. coletada	Temp. estimada a 100% de carga TFC
SP1 (°C)	75,2	124,40
SP2 (°C)	71,1	116,20
SP3 (°C)	57,4	88,80
SP4 (°C)	56,6	87,20
STATUS	URGENTE	EMERGÊNCIA

Na **imagem real do disjuntor de caixa moldada do painel PMCC-03**, podemos conferir uma imagem termográfica realizada em um disjuntor de caixa moldada. A temperatura 75.2°C se refere ao M1 na tela da câmera, a temperatura 71.1°C é a temperatura medida no ponto M2, a temperatura 57.4°C é a temperatura medida no ponto M3 e a temperatura 56.6°C é a temperatura medida no ponto M4. A causa desse aquecimento foi o desgaste na conexão do disjuntor, que acarretou no superaquecimento e desgastou a isolação do material que compõe o cabo elétrico. A ação realizada foi limpeza e reaperto nas garras, conexões e contatos da gaveta de entrada e entrada do disjuntor. Após a retirada da gaveta, avaliar se há a necessidade de realizar outro tipo de manutenção, como por exemplo: a substituição de algum componente.

3.1.2 Relé de Estado Sólido

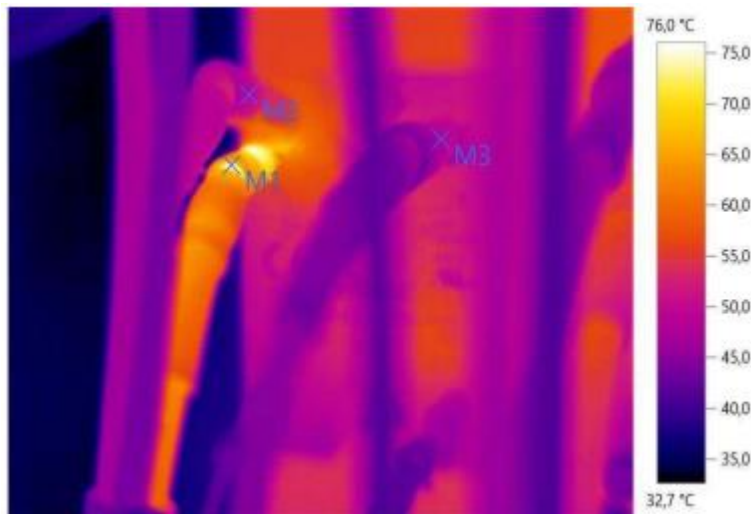
O relé de estado sólido também conhecido por alguns como SSR (Solid State Relay), é um componente semicondutor que também têm as mesmas funções de um relé eletromecânico convencional e de um contator, que é acionar uma carga de maior potência a partir de uma baixa potência aplicada em sua entrada. Sendo assim o seu funcionamento é a partir de componentes semicondutores ao invés dos contatos físicos como por exemplo, mosfet e scr. Os relés analisados são do fabricante CELDUC e operam em temperaturas entre -55°C à 100°C de acordo com a capacidade nominal.

Imagem real do relé de estado sólido SSR11L do painel PNJ4.



Fonte: Do autor

Imagem termográfica do relé de estado sólido SSR11L do painel PNJ4.



Fonte: Do autor

Parâmetros coletados:

PARÂMETROS DA IMAGEM				
Emissividade	0,90	Carga		
Ambiente °C	30	%	F.C.C	
		100	1	
MTA	70	Vento		
MTA %	109%	M/S	FCV	
A temperatura corrigida está 9% acima do MTA		1	1	
Correntes Fases	R	S	T	MÉDIA
	0	0	0	0

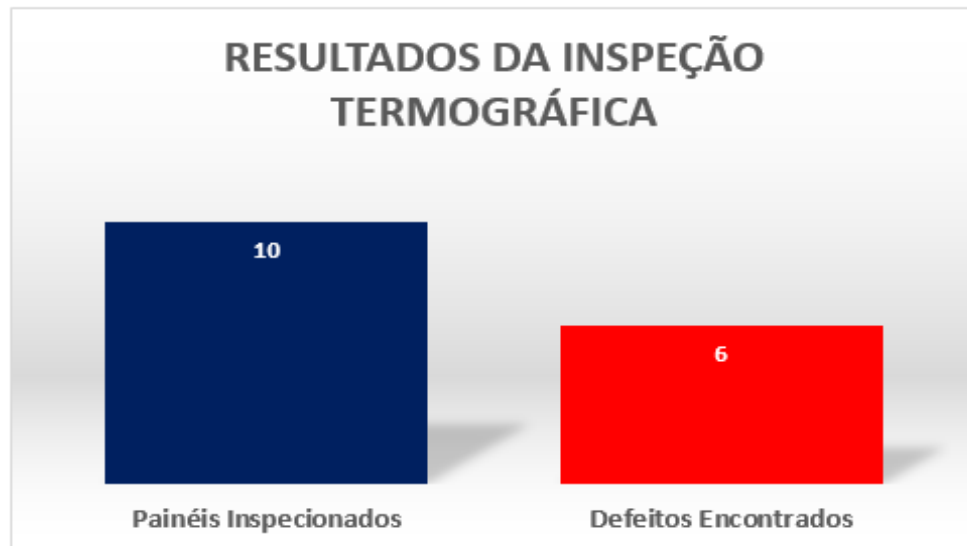
TEMPERATURAS COLETADAS		
Spots	Temp. coletada	Temp. estimada a 100% de carga TFC
SP1 (°C)	76,1	76,10
SP2 (°C)	58,3	58,30
SP3 (°C)	47,6	47,60
SP4 (°C)	0	0,00
STATUS	EMERGÊNCIA	EMERGÊNCIA

Na **imagem termográfica do relé de estado sólido SSR11L do painel PNJ4**, podemos conferir uma imagem termográfica realizada em um relé de estado sólido (SSR11L). A temperatura 76.1°C se refere ao M1 na tela da câmera, a temperatura 58.3°C é a temperatura medida no ponto M2, a temperatura 47.6°C é a temperatura medida no ponto M3. A causa desse aquecimento foi a falta de manutenção preventiva no relé, que acarretou no superaquecimento da conexão. A ação corretiva foi realizar a limpeza e reaperto nos terminais e após manutenção corretiva, realizar uma nova inspeção termográfica.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

Um total de 10 painéis de vários tipos como: de distribuição, painéis de alimentação de circuito de comandos, CCM (Centro de Controle do Motor) e quadros da subestação foram testados por imagens térmicas. Do total de painéis vistoriados, foram encontradas 06 anomalias, correspondendo a 60,00% dos painéis elétricos com problemas relacionados ao aquecimento de componentes. Na imagem abaixo você pode ver um gráfico criado a partir dos dados da análise de imagens térmicas.

Resultados da Inspeção Termográfica



Fonte: Do autor

3.3 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE INSPEÇÃO

Uma vez avaliado termicamente um painel, é elaborado um relatório com o objetivo de documentar os dados obtidos na análise, facilitando o uso dessas informações para o planejamento de manutenções corretivas e novas análises termográficas. Na imagem abaixo podemos ver um exemplo do modelo de reporte utilizado.

Exemplo do Modelo de Relatório Utilizado

EMPRESA		DATA	13/10/2022
		HORA	10:32

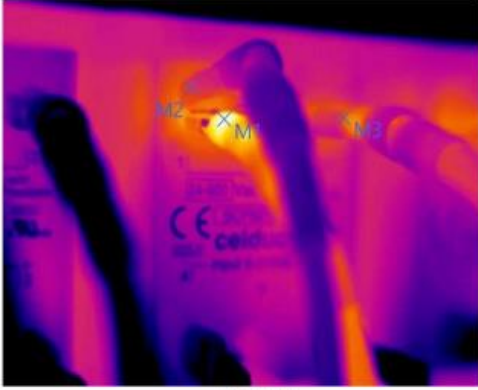


IMAGEM 04



FOTO 04

PARAMETROS DA IMAGEM				
Emissividade	0,90			
Ambiente °C	30			
MTA	70			
MTA %	104%			
A temperatura corrigida está 4% acima do MTA				
Correntes Fases	R	S	T	MÉDIA
	0	0	0	0

TEMPERATURAS COLETADAS		
Spots	Temp. coletada	Temp. estimada a 100% de carga TFC
SP1 (°C)	72,6	72,60
SP2 (°C)	59,4	59,40
SP3 (°C)	61,2	61,20
SP4 (°C)	0	0,00
STATUS	EMERGÊNCIA	EMERGÊNCIA

Descrição Geral		
Local	Equipamento	Cod
		31
Descrição		
Aquecimento no terminal H018 do Relê de Estado sólido SSR-18		
Ações Recomendadas		
Realizar limpeza e reaperto no terminal H018. Obs: Realizar inspeção termográfica após a correção.		

Fator de Intervenção	CRÍTICO	Anotações do Cliente	
PROGRAMAR A INTERVENÇÃO COM URGÊNCIA PARA EVITAR A ELEVAÇÃO DA TEMPERATURA E POSSÍVEL QUEBRA.	Ações tomadas		
	Nº SM		

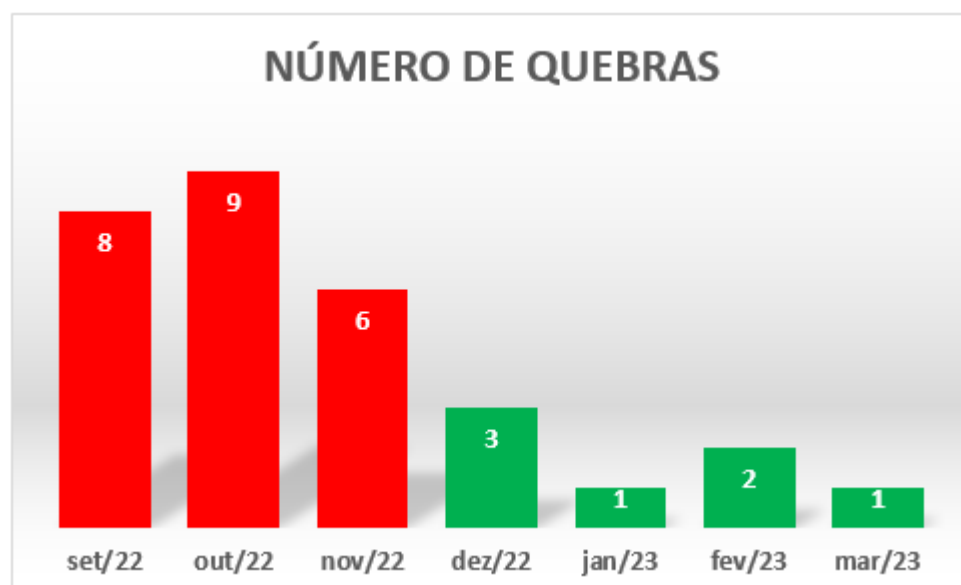
Fonte: Do autor

Após o desenvolvimento do projeto com medições termográficas, o diagnóstico de falhas por fraturas esperadas foi significativamente melhorado. Reduzindo assim o tempo de desligamento de emergência causado por falha do equipamento. A disponibilidade das máquinas também aumentou, pois seus painéis elétricos foram analisados termicamente e a qualidade da energia fornecida para o funcionamento desses dispositivos melhorou.

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisar os resultados obtidos usando a forma gráfica. O primeiro ponto é o número de desligamentos, ou seja, parada de emergência por falha da máquina. Observe que esse número permaneceu praticamente inalterado após a análise de imagens térmicas, indicando que a maioria das manutenções corretivas não programadas em máquinas não decorreu de problemas térmicos no painel de energia. A imagem abaixo é um gráfico de análise detalhada de setembro a novembro de 2022 antes da implementação do projeto e janeiro, fevereiro e março de 2023 após a inspeção.

Número de Quebras



Fonte: Do autor

4 CONCLUSÃO

Após a conclusão do estudo de caso, ficou comprovado que a qualidade das imagens térmicas finais utilizadas durante a implementação do projeto poderia ser significativamente melhorada com a aquisição de um software de edição de imagem do fabricante da câmera.

O estudo oferece crescimento em diversas áreas, como especificar conhecimentos técnicos de câmeras termográficas, realizar medições, exigir conhecimentos em termodinâmica, elétrica e segurança do trabalho, além de aprimorar métodos de planejamento e gerenciamento de atividades.

Outrossim, outro ponto que tem dado origem a um enorme desenvolvimento é a convivência e interação diária com diferentes áreas de atividade, como produção, manutenção, engenharia, etc., o que contribui para uma maior consciência de possíveis falhas.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15572. **Ensaaios não destrutivos – Termografia por infravermelho**. Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos; Abril. 2008.
- CABRAL. Lucas G. **Aplicação da termografia na manutenção preditiva**. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF fluminense. 2010.
- COSTA, Mariana de Almeida. **Gestão estratégica da manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional**. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2013.
- COSTA. Augusto H. **Manutenção preditiva**. Universidade Estadual Paulista. UNESP. 2010. Engeletrica. Termografia. Disponível em: . Acesso em: 05 de setembro de 2018.
- FINOCCHIO, Marco A. Ferreira. **Determinação da temperatura de enrolamentos de transformadores a seco e de suas perdas totais baseados em redes neurais artificiais**. Universidade Estadual de Londrina. 2010.
- FRAGA, Anderson S. **Ensaaios não destrutivos – Termografia**. Faculdades integradas de São Paulo. São Paulo. 2009.
- Infraspection Institute. **Standard for infrared inspection of electrical systems & rotating equipment**. Infraspection Institute. 2008.
- INGRACIO. Marco A. **Manutenção preditiva – Termografia**. Crea Digital. Porto Alegre. 2010.
- JÚNIOR. Helso F. **Uso da termografia na inspeção preditiva**. Revista de divulgação do projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense. 2010.
- KERSUL. Guilherme M. **Uso da termografia para inspeções e manutenção predial – Estudo de caso**. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. FATECS. Brasília. 2014.
- LIMA, Francisco Assis de. Castilho, João Carlos Nogueira de. **Aspectos de manutenção dos equipamentos científicos da Universidade de Brasília**. Universidade de Brasília. Brasília. 2006.
- MEDEIROS. Rafaela de Carvalho M. **Emprego da termografia na inspeção preditiva**. Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense. 2012.