

## **MANUTENÇÃO PREDITIVA POR MEIO DE TERMOGRAFIA PARA REDUÇÃO DE FALHAS EM PAINÉIS ELÉTRICOS**

Allison Felipe Ferreira Alves<sup>1</sup>; José Roberto Borges Júnior<sup>1</sup>; Marcelo Lucas<sup>1</sup>;  
Guilherme Henrique Alves<sup>1</sup>; Lúcio Rogério Júnior<sup>1</sup>; Antônio Manoel Batista da  
Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Uberaba – Uniube

Autor correspondente: [guilherme.alves@uniube.br](mailto:guilherme.alves@uniube.br)

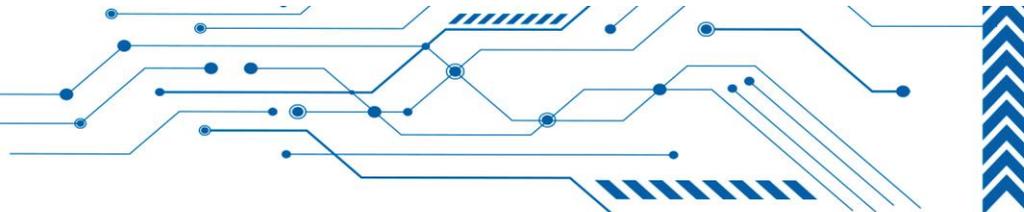
### **RESUMO**

Este estudo avalia a implementação de um programa de manutenção preditiva, com foco em termografia, visando reduzir falhas em painéis elétricos em uma indústria sucroalcooleira. Os resultados indicam a eficácia da termografia na detecção precoce de falhas e no aumento da confiabilidade dos painéis. A técnica permite identificar problemas como conexões soltas, contatos defeituosos e sobrecargas, prevenindo danos graves e incêndios. A colaboração entre engenharia elétrica e equipe de manutenção é crucial para a aplicação bem-sucedida da termografia. Os desafios enfrentados e as melhores práticas estabelecidas neste estudo podem servir de guia para outras empresas do setor interessadas em implementar estratégias semelhantes. Esses resultados destacam a importância da manutenção preditiva, especialmente em ambientes industriais, para garantir a segurança e a eficiência dos sistemas elétricos.

Palavras-chave: Detecção precoce de falhas; Confiabilidade; Eficiência energética; Inspeção termográfica; Análise de dados.

---





## ABSTRACT

This study evaluates the implementation of a predictive maintenance program, focusing on thermography, aiming to reduce failures in electrical panels in a sugarcane industry. The results indicate the effectiveness of thermography in early detection of faults and increasing the reliability of the panels. The technique enables identification of issues such as loose connections, faulty contacts, and overloads, preventing severe damage and fires. Collaboration between electrical engineering and maintenance teams is crucial for the successful application of thermography. The challenges faced and best practices established in this study can serve as a guide for other companies in the sector interested in implementing similar strategies. These findings underscore the importance of predictive maintenance, especially in industrial environments, to ensure the safety and efficiency of electrical systems.

Keywords: Early fault detection; Reliability; Energy efficiency; Thermographic inspection; Data analysis.

---

## 1. INTRODUÇÃO

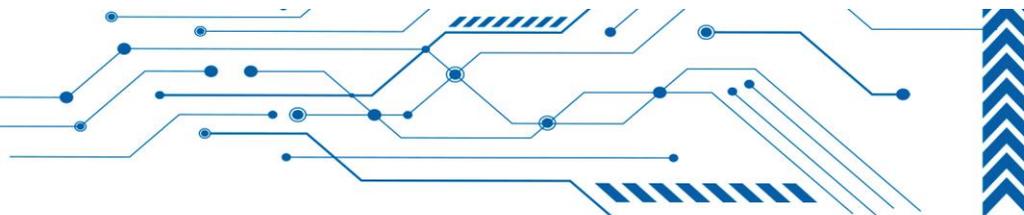
Em ambientes de trabalho altamente dinâmicos e potencialmente críticos, como no ramo Sucroalcooleiro, a manutenção elétrica desempenha um papel decisivo e essencial para garantir a máxima confiabilidade e a continuidade do funcionamento adequado de máquinas e equipamentos, em conformidade com as normas reguladoras de segurança. Além disso, é fundamental assegurar que esses equipamentos atendam aos requisitos de produção e operação de forma segura (Pádua; Silva, 2016).

De maneira geral, a Engenharia Elétrica desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e na manutenção de sistemas elétricos industriais, sendo responsável por garantir a confiabilidade e a segurança desses sistemas (Sandim, 2021).

A área das instalações elétricas faz parte de uma das especialidades da engenharia. Esse setor é encarregado de lidar com acidentes decorrentes de problemas elétricos, os quais ocorrem com mais frequência do que se pode supor. Os riscos estão presentes em diversos cenários, seja durante a manutenção de uma rede de distribuição de energia elétrica ou mesmo na instalação simples em uma residência (Martinho, 2015).

Com o avanço tecnológico, a demanda por equipamentos modernos tem se tornado cada vez mais frequente, o que resulta em uma maior necessidade de energia elétrica para a manutenção desses equipamentos, aumentando consequentemente o consumo de eletricidade e, assim, sendo necessária a preocupação com a melhor execução dos serviços de instalação elétrica, bem como a sua devida manutenção (Isami; Bis, 2020).





No contexto da indústria sucroalcooleira, onde a eficiência operacional é essencial para o sucesso do negócio, a manutenção dos painéis elétricos desempenha um papel crucial na prevenção de falhas e na minimização de interrupções no processo produtivo (Pádua; Silva, 2016).

Como em qualquer outro setor industrial, o ramo sucroalcooleiro requer medidas de segurança e manutenção que possam resultar em maior qualidade e produtividade desse ambiente tecnológico de produção, ao mesmo tempo em que agreguem segurança a todo o complexo industrial (Pádua; Silva, 2016).

Nesse contexto, a manutenção preditiva surge como uma abordagem estratégica para monitorar e identificar precocemente possíveis falhas nos painéis elétricos, permitindo que ações corretivas sejam tomadas antes que problemas mais graves ocorram. Dentre as diversas técnicas utilizadas na manutenção preditiva, destaca-se a termografia, uma poderosa ferramenta que utiliza câmeras termográficas para medir a temperatura dos componentes do painel elétrico em tempo real.

No contexto organizacional, especialmente no setor produtivo, onde há uma quantidade significativa de máquinas em operação, a implementação de um programa de manutenção preditiva com ênfase em termografia pode resultar em uma redução expressiva de falhas nos painéis elétricos da empresa (Mlynarczuk, 2018).

Além disso, uma análise abrangente dos painéis elétricos existentes permite a identificação de pontos críticos com maior probabilidade de falhas e risco de manutenção corretiva não planejada. Por esse motivo, o monitoramento contínuo dos painéis elétricos utilizando a termografia como ferramenta de diagnóstico possibilitará a prevenção de anomalias térmicas, contribuindo para a confiabilidade e a eficiência operacional dos equipamentos (SANTANA, 2018).

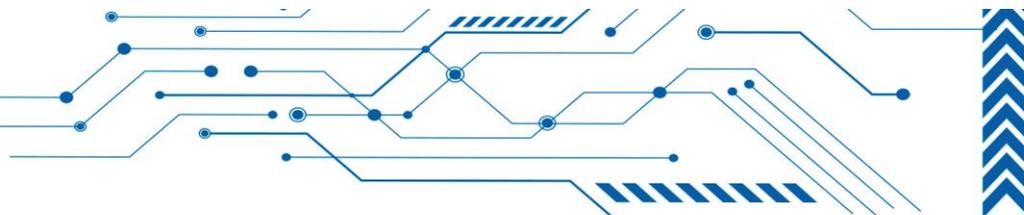
Além de garantir o adequado funcionamento dos equipamentos, a manutenção elétrica nas indústrias sucroalcooleiras desempenha um papel fundamental na segurança dos trabalhadores e na preservação das condições dos ativos industriais (Pádua; Silva, 2016).

Quanto à manutenção, o termo utilizado para descrever as práticas adotadas pelas organizações com o objetivo de evitar paradas não programadas, as quais podem acarretar custos significativos, como altos gastos com peças, substituição de equipamentos e máquinas, redução na produção e desperdícios (Costa Júnior, 2008). Trata-se do conjunto de atividades, processos e práticas realizadas para garantir o bom funcionamento, a disponibilidade e a confiabilidade dos ativos e equipamentos utilizados pela organização (Kardec; Nascif, 2013).

Para prevenir a ocorrência de falhas, é fundamental seguir uma série de etapas, tais como: eliminar defeitos e problemas recorrentes, implementar planos de inspeção e manutenção preventiva e preditiva, estabelecer programas de melhoria contínua dos equipamentos e monitorar os processos de deterioração e obsolescência dos sistemas e equipamentos industriais (Rocca; Almeida, 2018).

Diante desses benefícios, Kardec e Nascif (2013) relatam que a manutenção industrial também abrange o planejamento e a gestão dos recursos necessários, como mão de obra, materiais, ferramentas e tecnologias, de modo





a assegurar a operacionalidade eficiente dos ativos e contribuir para o alcance dos objetivos da organização.

Rocca e Almeida (2018) destacam que diversos são os benefícios da manutenção na organização, reforçando os apontados no Quadro 1, mas deixam evidente que dentre estes benefícios estão a vantagem de manter a produção estável e eficiente, evitando falhas e interrupções que possam não só prejudicar o fluxo do trabalho, comprometendo a produtividade e a entrega, como também desperdícios. Kardec e Nascif (2013) ao abordarem sobre os tipos de manutenção destacam três como sendo os principais: manutenção corretiva; manutenção preventiva e manutenção preditiva (Quadro 1).

**Quadro 1** – Principais tipos de Manutenção

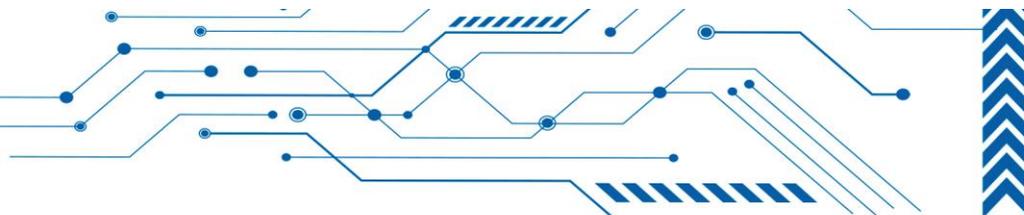
| TIPO       | CARACTERÍSTICA  |
|------------|---|
| Corretiva  | Aquela que ocorre após a ocorrência de uma falha ou quebra de um componente ou equipamento. Nesse caso, a intervenção é realizada para restabelecer o funcionamento adequado, reparar o defeito e retornar o equipamento à operação normal. Ela pode ser planejada ou não planejada, dependendo da previsibilidade da falha.  |
| Preventiva | Realizada de forma programada e sistemática, com o objetivo de evitar falhas e minimizar a ocorrência de paradas não programadas. Consiste em inspeções, revisões, lubrificações, ajustes e substituições de componentes conforme intervalos de tempo pré-determinados ou critérios estabelecidos. O objetivo é detectar e corrigir potenciais problemas antes que se tornem falhas.  |
| Preditiva  | Utiliza técnicas e ferramentas de monitoramento para acompanhar o estado de saúde dos equipamentos e prever a ocorrência de falhas. Com base em análises de dados e indicadores, é possível identificar tendências, variações anormais e sinais precoces de deterioração. Essa abordagem permite a realização de intervenções apenas quando necessário, maximizando a disponibilidade dos equipamentos e evitando manutenções desnecessárias. |

**Fonte:** Adaptado de Kardec e Nascif (2013)

Dentre estes três tipos Nascif e Dorigo (2013) destacam a Manutenção Preditiva como aquela que apresenta melhor relação custo-benefício, além de garantir que os equipamentos operem durante maior tempo sem intervenções. Por isso, deixam evidente que é mais prudente evitar a ocorrência de manutenção corretiva não planejada e reduzir a necessidade de manutenção preventiva, substituindo-a, sempre que viável e justificável, pela manutenção preditiva. Devido a essas várias situações mencionadas, torna-se essencial o planejamento adequado da manutenção.

A manutenção preditiva consiste na análise do desgaste e do estado de degradação de um equipamento para determinar suas condições reais de uso. Esse processo leva em consideração o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e dos equipamentos, buscando aproveitá-lo ao máximo. Para isso, são feitas modificações nos parâmetros de condição ou desempenho do





equipamento, sendo acompanhadas de forma sistemática (Kardec; Nascif, 2012).

A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática para monitorar as condições dos equipamentos. Ela possibilita prever quando uma peça ou componente está próximo de atingir o seu limite de vida útil (Fogliatto, 2023).

Trata-se de uma técnica que visa prever com certa confiabilidade a ocorrência de falhas em componentes ou sistemas, permitindo a adoção de medidas preventivas ou corretivas. Por meio dessa abordagem, ações são tomadas antes mesmo que as falhas ocorram. Essa forma de manutenção é altamente eficaz, uma vez que atua de forma imediata por meio de inspeções constantes. Ao identificar uma falha ou um defeito, as devidas correções são realizadas prontamente, evitando que a máquina pare em condições que possam prejudicar a produção (Prata, 2014).

A manutenção preditiva tem o objetivo de aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos e das máquinas, reduzindo paradas inesperadas que não puderam ser previamente planejadas. Isso evita interrupções na produção e nos custos não programados. Além disso, essa abordagem contribui para estender a vida útil dos equipamentos, melhorar seu desempenho e aumentar a confiabilidade dos mesmos (Almeida, 2017).

De acordo com Kardec e Nascif (2013), muitas são as técnicas utilizadas pela manutenção preditiva. Dentre estas se podem destacar, entre as mais comuns: a análise de vibração, a inspeção visual, o ultrassom, a termográfica, entre outras.

Esta última técnica foi objeto de pesquisa deste Estudo de Caso, ou seja, resultados de inspeções termográficas realizadas em 2023 em componentes de painéis elétricos utilizados nos Centros de Controle de Motores (CCM) da planta industrial, de uma indústria sucroalcooleira.

A análise termográfica, utilizando termovisores e fotos termográficas, só se tornou possível graças a uma série de descobertas ao longo da história, começando com a identificação da radiação infravermelha (Santos; Voll, 2012).

Os termovisores são ferramentas muito utilizadas em diversas aplicações, funcionam com base nos princípios da termografia infravermelha. Esses dispositivos são capazes de detectar padrões de calor no espectro de comprimento de onda infravermelho (Figura 1).

A termografia é uma técnica avançada amplamente utilizada na manutenção preditiva, que se baseia na medição da variação de temperatura em elementos testados (Prata, 2014). Ela é especialmente indicada para medir a temperatura por meio da radiação infravermelha naturalmente emitida pelos corpos (Gebran, 2014).

A análise termográfica tem se estabelecido como uma ferramenta cada vez mais valorizada na manutenção de sistemas elétricos. No entanto, o reconhecimento do papel e da importância da termografia nesse contexto têm sido limitados, recebendo pouca visibilidade e divulgação (Santana, 2018).

Conforme a radiação infravermelha, é basicamente uma imagem colorida, na faixa da cor do arco-íris (escala policromática), no qual cada temperatura é representada por um gradiente de cor. Pelo calor se forma o



campo infravermelho utilizado na avaliação termográfica (Azevedo; Silva Júnior, 2012).

Na Era industrial, foram iniciados estudos sobre a manutenção baseada na temperatura como indicador da condição das máquinas. Por meio de análise técnica, ou seja, por profissionais capacitados, é possível compreender que uma determinada temperatura anormal pode indicar problemas existentes na máquina (Prata, 2004).

Nesse sentido, a termografia permite medir a temperatura à distância e obter imagens técnicas (termogramas), possibilitando uma análise quantitativa para identificar níveis isotérmicos (níveis de temperatura) e determinar a temperatura dos corpos por meio da radiação infravermelha emitida (Gebran, 2014).

Uma imagem térmica ou termográfica pode fornecer uma quantidade significativa de informações sobre um elemento ou sistema, as quais podem ser de grande importância na inspeção preditiva (Santos; Voll, 2012).

A imagem termográfica é resultado da inspeção do equipamento utilizando-se um termovisor, por ela é possível detectar um padrão de calor no equipamento (Figura 1) verificando seu estado de funcionamento.

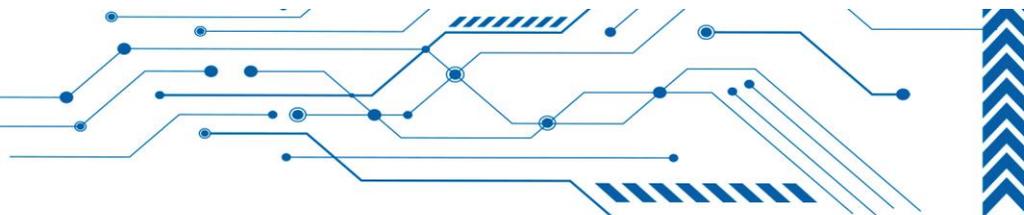
**Figura 1** – Imagem termográfica detectada através de um termovisor



**Fonte:** Santana (2018, p. 25).

No caso da análise termográfica, esta é fundamentada na detecção dos raios infravermelhos emitidos por objetos, os quais são captados e transformados em imagens conhecidas como termogramas. Esses raios infravermelhos são uma forma de radiação eletromagnética que varia em intensidade de acordo com a temperatura do objeto em questão (Cabral, 2010).

No caso da Figura 2, pode-se observar duas imagens termográficas, aleatórias, de equipamentos diferentes, detectando-se os raios infravermelhos, nos quadros, sendo perceptível verificar a variação de temperatura, portanto, superaquecimento do equipamento.

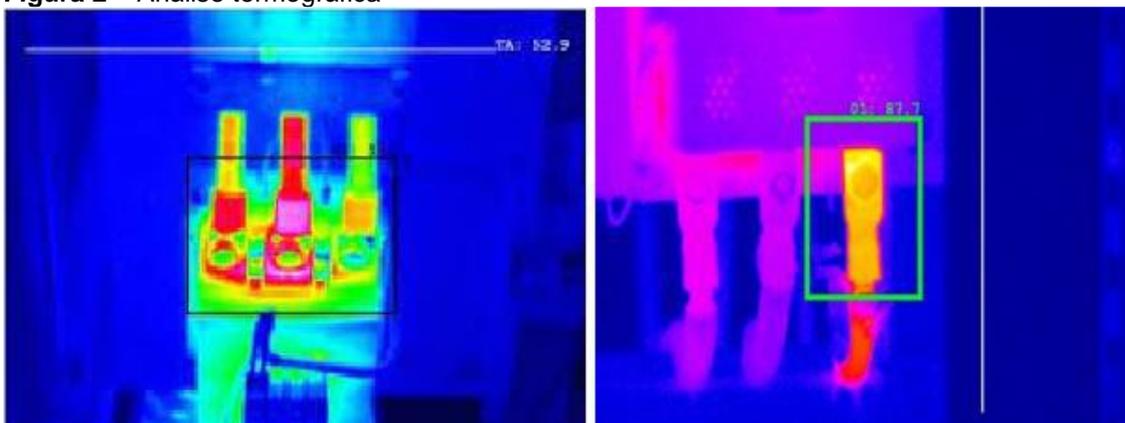


Quando a termografia é aplicada corretamente, é possível obter dados mais específicos que permitem ao técnico detectar potenciais falhas futuras e antecipar a aplicação de medidas corretivas (Prata, 2014). De acordo com Gebran (2014), uma das aplicações mais significativas da termografia é encontrada em sistemas elétricos, onde a medição por meio de um termovisor é utilizada. Os resultados são comparados entre as radiações emitidas pelo objeto em observação e a radiação da temperatura de referência do ambiente.

Em suma, a termografia permite identificar radiações anormais de calor, destacando possíveis avarias ou anomalias que requerem intervenção urgente ou manutenção planejada, evitando danos aos equipamentos/máquinas ou acidentes de grandes proporções (Prata, 2014).

Diante dessa realidade, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a implementação de um programa de manutenção preditiva, com ênfase na termografia, para redução de falhas de painéis elétricos em uma indústria sucroalcooleira.

**Figura 2** – Análise termográfica



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso deste trabalho, foi realizado em uma indústria do setor sucroalcooleiro localizada na região do Triângulo Mineiro, MG. Por meio deste, procura-se apresentar a introdução da análise termográfica a indústria, priorizando a adoção de uma abordagem mais proativa, conhecida como manutenção preditiva.

A análise termográfica foi sugerida pelo setor de engenharia elétrica, com o objetivo de identificar problemas térmicos em estágios iniciais nos painéis elétricos da usina, antes que se tornem falhas. Diante dessa ação estratégica, seria criado um plano de manutenção permitindo que essa fosse agendada de forma planejada e evitando a ocorrência de paradas não planejadas.

Em se tratando da termografia, o aparelho adquirido foi uma câmera termográfica *Flir E8-XT* (Figura 3). Trata-se de uma ferramenta avançada que oferece alta resolução de 76.800 pixels (320 x 240), com precisão de  $\pm 2$  °C e tecnologia MSX (Ittest, 2023).



Figura 3 – Câmera termográfica – Flir E8-XT



Fonte: Itest (2023).

A escolha desta câmera foi devido a mesma permitir a realização de inspeções termográficas em diversas aplicações, como elétrica, eletrônica, mecânica, entre outras fornecendo imagens ricas em detalhes. No caso do estudo, com a *Flir E8-XT*, é possível identificar fusíveis superaquecidos, entre outras anomalias, de forma prática e eficiente.

A câmera oferece a emissão de laudos termográficos profissionais e personalizados, com a capacidade de análise e edição das imagens térmicas utilizando o *software Flir Thermal Studio* e *Flir Tools Mobile*, incluso com a câmera. Esse permite a análise detalhada das imagens termográficas, incluindo medições precisas de temperatura, criação de relatórios personalizados e a possibilidade de adicionar comentários e anotações aos resultados (Itest, 2023).

Uma das características distintivas da *Flir E8-XT* é a tecnologia *Multi-Spectral Dynamic Imaging (MSX)*, que combina a imagem visual com a imagem termográfica, sobrepondo detalhes visuais à imagem térmica. Fator que melhora a compreensão da imagem térmica, facilitando a interpretação e a análise dos resultados. Ainda, permite a emissão de laudos termográficos profissionais e personalizados.

No caso deste estudo, são apresentados dois casos da aplicabilidade da manutenção sendo os componentes analisados: 1. *Soft-Start* fase R/S/T e 2. Chave *Ergon Fuse* (Figura 4).

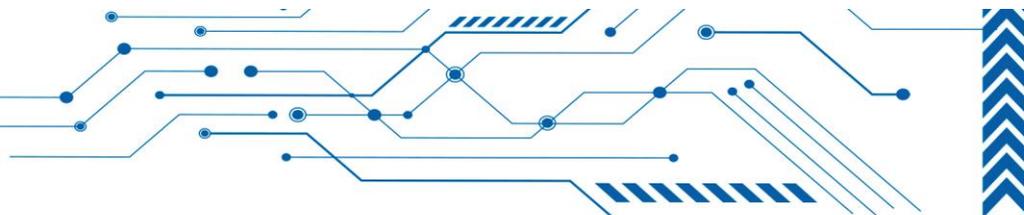
Figura 4 – Equipamentos analisados



Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

A entrada *Soft-Start* é um dispositivo eletrônico que controla a partida de motores elétricos de forma gradual, reduzindo o estresse mecânico e elétrico durante o acionamento inicial (Santos, 2022).

A chave *Ergon Fuse* atua como um dispositivo que visa manter a segurança de uma instalação elétrica, ou seja, de falhas ou sobrecargas elétricas



evitando danos aos equipamentos. Geralmente aplicada sob carga em um circuito de alimentação de transformadores (Siemens, 2023).

Os profissionais do setor de manutenção elétrica da indústria sucroalcooleira com a termografia puderam realizar uma análise mais aprofundada dos equipamentos e gerar relatório de inspeção termográfica. Esses foram utilizados como base da apresentação dos resultados, pois indicam além das anomalias as ações recomendadas (manutenção) com relação às falhas nos painéis elétricos.

A janela termográfica tem como objetivo viabilizar inspeções termográficas de forma segura, eliminando a necessidade de abrir painéis elétricos energizados, o que muitas vezes é demorado devido aos vários parafusos envolvidos. A instalação dessa janela é um investimento que resulta em redução do custo de horas trabalhadas, pois permite direcionar esse tempo para a atividade de inspeção termográfica (Silva, 2020).

Nos relatórios são anexadas as imagens termográficas e dos equipamentos (antes e depois) para registro e efeitos comparativos da resolução do problema.

### 3 RESULTADOS

Nos resultados do estudo de caso, inicialmente, foi verificado que a indústria sucroalcooleira não registrava as paradas de manutenção separadamente, ou seja, quantidades e custos de manutenção corretiva (planejada e não planejada), manutenção preventiva e ou manutenção preditiva.

Como não eram gerados relatórios de manutenções dos painéis elétricos não foi possível realizar um levantamento de custos ou quantidade para avaliar o ganho financeiro com a implantação da manutenção preditiva (uso da termografia).

Por outro, lado gerava-se um total de custos com manutenção ao fim de cada mês de exercício, para envio ao setor financeiro, mas não disponibilizado para este trabalho, devido a normas de segurança de dados da empresa.

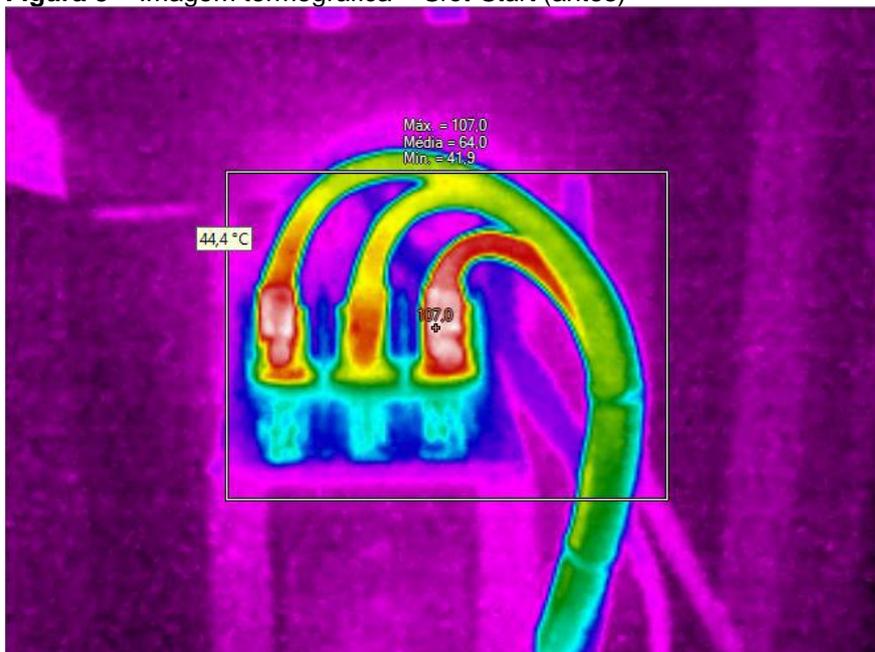
Os resultados destacados no estudo são de dois casos identificados na planta industrial, com painéis elétricos, exemplificando à aplicação do uso da termografia para detectar as falhas. Tem-se um antes (anomalia encontrada na inspeção termográfica) e depois (ação tomada pela equipe elétrica para correção).

O primeiro caso, de acordo com relatório de inspeção termográfica, foi da entrada *Soft-Start* fase R/S/T. O aquecimento desta refere-se a um processo em que ocorre o aquecimento controlado das fases R, S e T em um dispositivo de partida suave (*Soft-Starter*).

O resultado mostrado pela imagem termográfica ou imagem térmica (Figura 5) aquecimento da entrada *Soft-Start* fase R/S/T que chegou a 107° C, portanto, acima de 70°C que é a temperatura de referência para o equipamento.



**Figura 5** – Imagem termográfica – *Sfot-Start* (antes)



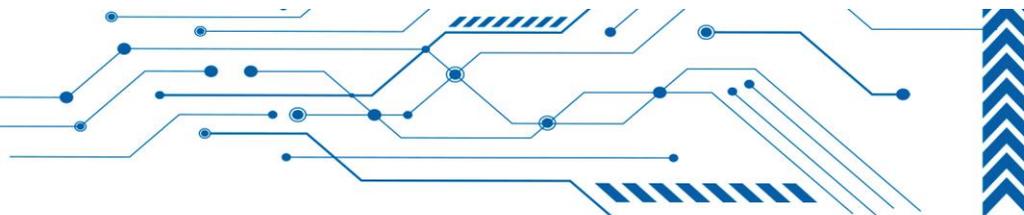
**Fonte:** Relatório de Inspeção termográfica (2023).

Após verificação da anomalia, a recomendação foi verificar a condição dos terminais, realizar a limpeza e reaperto das conexões. Neste caso, a equipe elétrica realizou além destas recomendações a substituição dos parafusos. Nova medição realizada houve um controle da temperatura, que foi reduzida a (35,8°C) dentro da normalidade que (<70° C), conforme imagem termográfica da Figura 6.

**Figura 6:** Imagem termográfica: *Soft-Start* (depois)



**Fonte:** Relatório de Inspeção termográfica (2023).

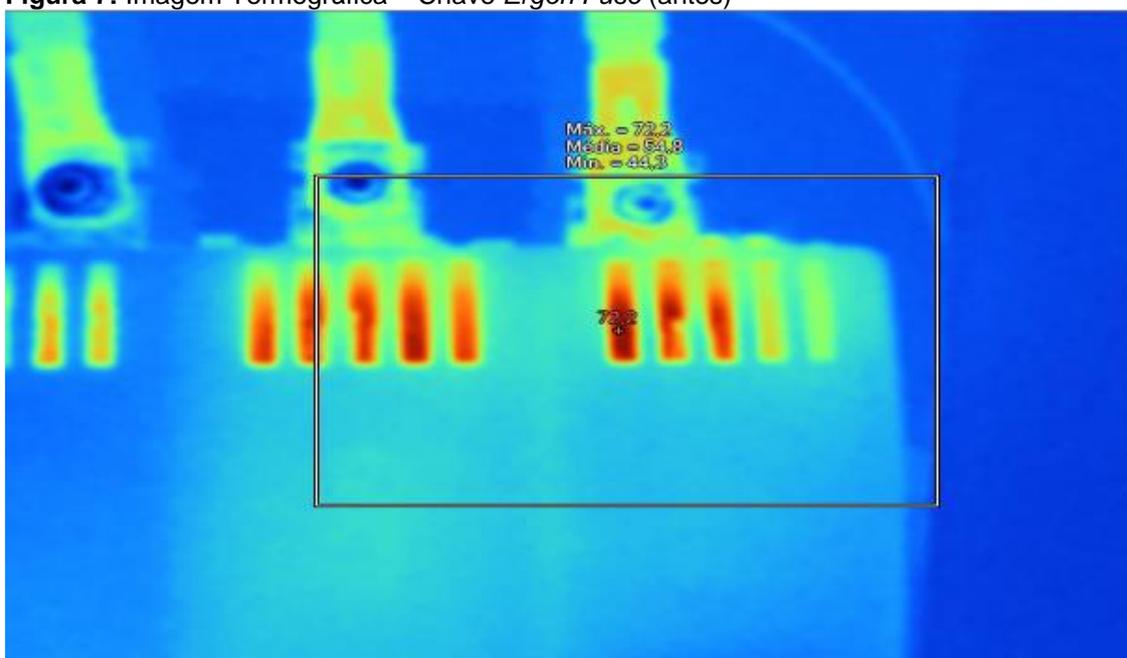


O aquecimento controlado das fases ajuda a evitar picos de corrente e desgastes excessivos no sistema elétrico durante a partida do motor, contribuindo para uma operação mais eficiente e prolongando a vida útil dos componentes.

Após o aquecimento adequado, o *Soft-Starter* pode iniciar a partida do motor de forma suave, controlando a corrente e a velocidade de forma gradual até alcançar a velocidade nominal.

O segundo resultado refere-se à Chave *Ergon Fuse*, ou seja, ao equipamento elétrico usado para a proteção de circuitos e componentes contracorrentes excessivas. Pelo relatório de inspeção termográfica a anomalia detectada foi o aquecimento (entrada / saída) das garras da chave geral – Fase S/T, conforme mostrado na Figura 7, que foi de 72°C, portanto, superior valor referencial que é de 70°C.

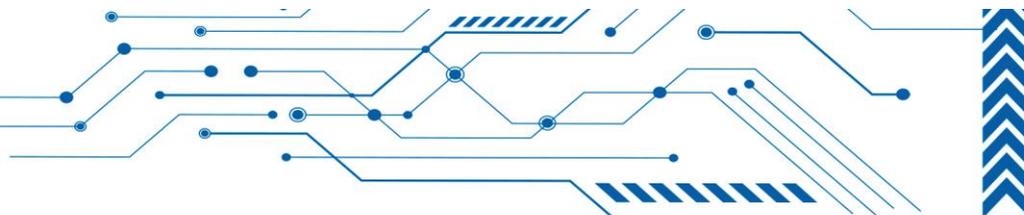
**Figura 7:** Imagem Termográfica – Chave *Ergon Fuse* (antes)



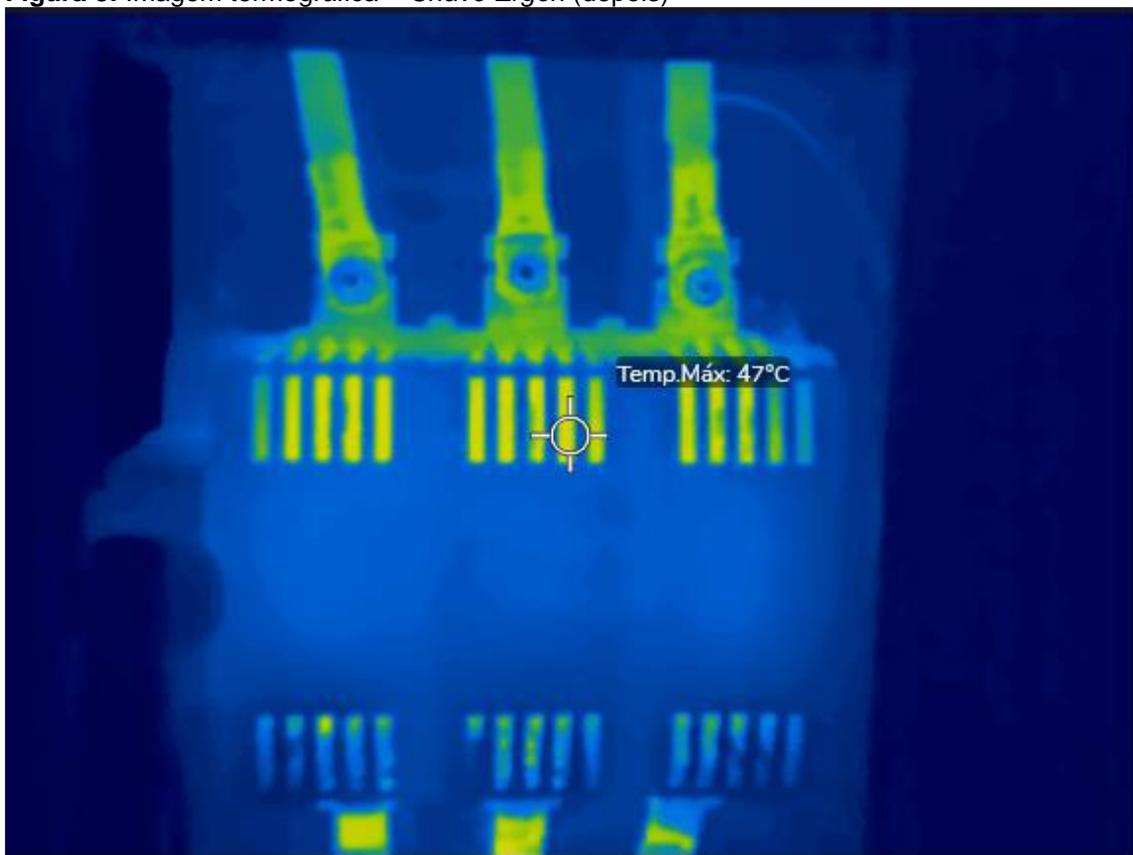
**Fonte:** Relatório de Inspeção termográfica (2023).

Devido ao aquecimento recomendou-se para a correção da anomalia, substituir a chave, pois ela apresenta reincidência em inspeções passadas. Foi realizado reaperto das molas e limpeza nas conexões. Como resultado houve redução de temperatura (47° C), conforme Figura 8, portanto, < 70°C.





**Figura 8:** Imagem termográfica – *Chave Ergon* (depois)



**Fonte:** Relatório de Inspeção termográfica (2023).

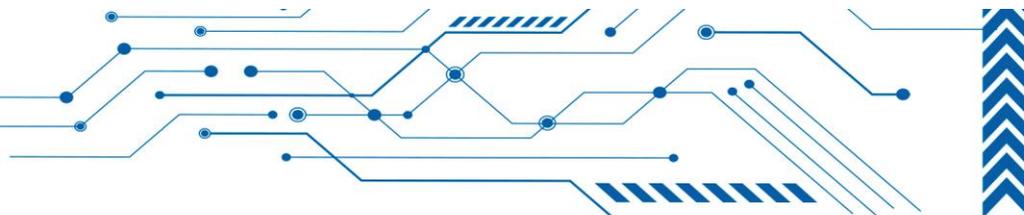
O aquecimento da *Chave Ergon Fuse* é um indicativo de problemas ou condições anormais no sistema elétrico. De acordo com a equipe elétrica esta anomalia pode ser resultante de correntes acima do valor nominal da chave, sobrecargas prolongadas, conexões inadequadas ou, ainda, por problemas de ventilação no local de instalação. Tendo como consequência a planta industrial a parada de moagem.

Os casos descritos reforçam que o monitoramento da temperatura desempenha um papel essencial, pois mesmo que o aumento não ultrapasse o limite da classe térmica do isolamento, pode ocorrer uma degradação térmica prematura do material isolante. Isso resulta na redução da vida útil do transformador e pode até mesmo causar acidentes graves (Santana, 2018).

Diante do fato de não haver dados de quantidades e custos de manutenção da indústria sucroalcooleira, devido a não realização de registros, apenas são registradas ordens de serviço, buscou-se fundamentar esta questão com estudos.

Silva (2020) ao analisar a relação direta entre a termografia e a manutenção preditiva, destaca que esta desempenha um papel crucial na produção industrial, resultando na redução de custos decorrentes de paradas não programadas em equipamentos essenciais. No entanto, para alcançar esse objetivo, é fundamental contar com equipamentos adequados, considerando





fatores como distância, tamanho do objeto, temperatura medida e temperatura ambiente.

De acordo com Azevedo e Silva Júnior (2012) a implementação de serviços de termografia tem como principal objetivo evitar interrupções na produção e garantir o funcionamento ideal e supervisionado do sistema. Através da termografia, é possível detectar falhas que poderiam resultar em perdas, muitas vezes superiores ao valor investido na inspeção termográfica.

Santos e Voll (2012) destacam também que a utilização da termografia como método de manutenção preditiva oferece diversas vantagens. Embora demande investimentos em equipamentos, treinamento, software e operação, o retorno é considerável e rápido. Isso se deve ao aumento da disponibilidade dos equipamentos, possibilitado pela reconfiguração das práticas de manutenção, à redução da necessidade de manutenção corretiva (evitando paradas não planejadas) e ao cumprimento de contratos de fornecimento, dentre outras vantagens.

O fato de o vendedor do equipamento de termografia fornecer treinamento para manuseio do aparelho torna-se também um resultado relevante e positivo para a aquisição. Segundo Silva (2020) é de extrema importância que a atividade seja realizada por um profissional qualificado, capaz de analisar não apenas o objeto em si, mas também todos os elementos que o influenciam. Isso proporciona a confiabilidade necessária em um cenário industrial cada vez mais competitivo, onde a minimização de paradas não programadas é essencial para atender prazos contratados e satisfazer os clientes.

## 5 CONCLUSÕES

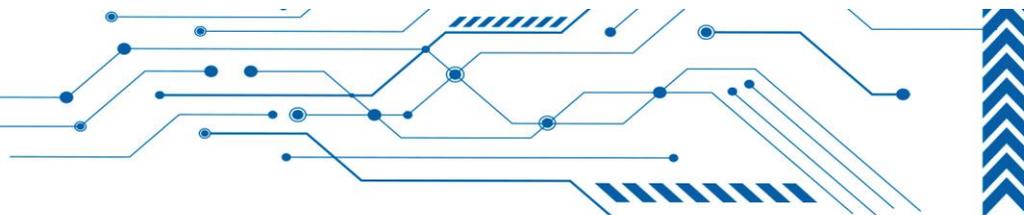
A análise termográfica realizada na indústria sucroalcooleira, com foco nos painéis elétricos, revelou informações cruciais sobre o aquecimento de temperatura e proporcionou a criação de um plano de manutenção efetivo. Essa abordagem preditiva permitiu identificar potenciais problemas antes mesmo que eles se manifestassem como falhas completas nos sistemas elétricos.

Os resultados obtidos por meio da termografia revelaram áreas de aquecimento anormal nos componentes dos painéis elétricos, indicando os problemas. Com as informações foi possível traçar um plano de manutenção adequado, direcionando as ações corretivas para resolver as anomalias detectadas.

Os benefícios desses resultados são significativos para a indústria sucroalcooleira. Em primeiro lugar, a detecção precoce de problemas nos painéis elétricos evita falhas repentinas e dispendiosas, minimizando o tempo de inatividade da produção. Além disso, ao implementar um plano de manutenção adequado com base nas informações da termografia, a indústria pode realizar manutenções preventivas programadas, evitando problemas futuros e prolongando a vida útil dos equipamentos.

Outro benefício importante é a melhoria da segurança. O aquecimento excessivo nos painéis elétricos pode representar um risco de incêndio e colocar em perigo a integridade dos funcionários e do próprio ambiente de trabalho. Ao identificar e corrigir precocemente essas situações, a indústria sucroalcooleira





garante um ambiente mais seguro e reduz os riscos de acidentes e danos materiais.

Enfim, a aplicação da manutenção preditiva, das análises termográficas traz eficiência operacional para a indústria. A identificação de problemas antes que eles se agravem permite a realização de reparos direcionados, evitando custos desnecessários com substituição de componentes ou equipamentos completos.

Além da redução de falhas, também, inclui aumento da confiabilidade dos sistemas elétricos, maior segurança para os colaboradores e eficiência operacional. Essa abordagem preditiva é essencial para garantir a continuidade do processo produtivo e a maximização do desempenho dos equipamentos na indústria sucroalcooleira.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. S. **Gestão da manutenção**: aplicada às áreas industrial, predial e elétrica. São Paulo: Érica, 2017.

AZEVEDO, L. C. S. de; SILVA JUNIOR, A. M. G. da. Uso da Termografia na Manutenção Preditiva. **Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 2, n. 1, p. 155-158, 2012.

CABRAL. Lucas G. Aplicação da termografia na manutenção preditiva. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF fluminense**. 2010.

COSTA JÚNIOR, E. L. **Gestão em processos**. Curitiba: Ibpex, 2008.

NASCIF, J.; DORIGO, L. C. **A importância da gestão na manutenção ou como evitar as “armadilhas” na gestão de manutenção**. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Manutenção 2005, Revisado 2013. Disponível em: <http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/03/a-importancia-da-gestao-na-manutencao-parte-II-Tecem.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2023.

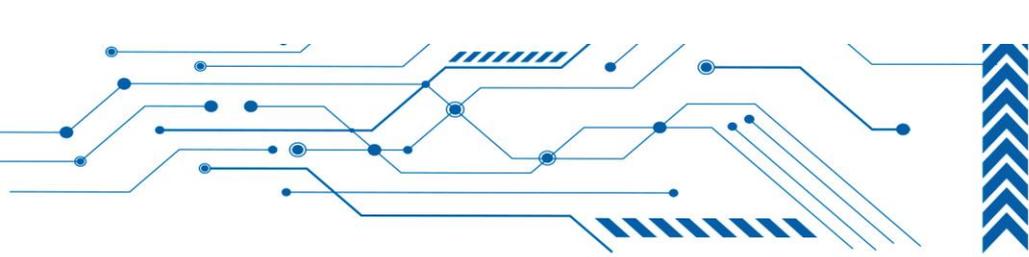
FOGLIATTO, F. S. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. São Paulo: GEN LTC, 2023.

GEBRAN, A. P. **Manutenção e operação de equipamentos de subestações**: série Tekne. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ISAMI, A. M.; BIS, E. A importância da norma ABNT NBR 5410 nas instalações elétricas. **Revista e SALENG–Revista eletrônica das Engenharias do UniSALESIANO**, v. 1., v. 9, n. 1, 2020.

ITEST. **Câmera Térmica 76.800 pixels c/ MSX e WIFI (-20°C +550°C )** - Flir - E-8-XT. Disponível em: <https://www.itest.com.br/laboratorio/Termovisor/camera->





termica-76-800-pixels-c-msx-e-wifi-20-c-550-c-flir-e-8-xt--p. Acesso em: 15 maio 2023.

KARDEC, A. ; NASCIF, J. **Manutenção**. Função estratégica. 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

MARTINHO, E. Baixa qualificação aumenta riscos e reduz oportunidades. **Revista Abreme Potência**, São Paulo, v.118, p. 34-36, out. 2015.

MLYNARCZUK, L. B. **Aplicação de termografia para manutenção preditiva de painéis elétricos**. 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Automação Industrial – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

PADUA, E. da S.; SILVA, H. R. da. Análise de perigos e riscos na manutenção elétrica no ramo sucroalcooleiro. Anais... XXXVI - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, PB, 36, p.1-13, 2016.

PRATA, H. D. R. **Manual de manutenção de edifícios**: guia prático. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

ROCCA, J. E.; ALMEIDA, P. S. **Manutenção Mecânica Industrial**: Princípios técnicos e operações. São Paulo: Érica, 2018.

SANDIM, R. G. **A engenharia de manutenção e confiabilidade**: um estudo de caso real. 2021. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

SANTANA, T. S. de. **A termografia aplicada à manutenção de transformadores de potência a seco**. 2018. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade Federal da Bahia, 2018.

SANTOS, C. M. R. M.; VOLL, L. G. O emprego da termografia na inspeção preditiva. **Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v. 2, n. 1, p. 113-119, 2012.

SANTOS, G. Soft Starter: o que é, porque usá-lo e benefícios. 2022. **Automação Industrial** [online]. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/soft-starter/>. Acesso em: 7 mar. 2023.

SIEMENS. Chaves seccionadoras. 2023. **Siemens**. [online]. Disponível em: <https://www.siemens.com/br/pt/produtos/energia/produtos-baixa-tensao/chaves-seccionadoras.html>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SILVA, J. C. **Avaliação dos efeitos da termografia aplicados à manutenção industrial**. 2020. 97 f. Monografia (Engenharia de Produção) – Centro Universitário Fametro – Unifametro, Maracanaú, 2020.

