

TERMOGRAFIA ELÉTRICA NA MANUTENÇÃO PREDITIVA: APLICAÇÕES, LIMITES E INTERPRETAÇÃO TÉCNICA

Termografia elétrica na manutenção preditiva: entenda aplicações, emissividade, reflexão, carga, interpretação, limites, relatório e relação com NR-10.

SUMÁRIO

1. O QUE A TERMOGRAFIA ELÉTRICA REALMENTE MEDE	3
2. POR QUE DEFEITOS ELÉTRICOS PODEM PRODUZIR AQUECIMENTO	4
3. PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	4
4. TERMOGRAFIA ELÉTRICA E NR-10: O QUE PODE E O QUE NÃO PODE SER AFIRMADO	5
5. A CARGA ELÉTRICA É PARTE DO CONTEXTO DA MEDIÇÃO	5
6. EMISSIVIDADE: POR QUE SUPERFÍCIES DIFERENTES ENGANAM A CÂMERA	5
7. TEMPERATURA REFLETIDA E REFLEXÕES TÉRMICAS	7
8. DIFERENÇA DE TEMPERATURA NÃO É SEVERIDADE POR SI SÓ	8
9. COMPARAÇÃO ENTRE FASES: ÚTIL, MAS COM CONDIÇÕES	9
10. LIMITAÇÕES DE JANELAS, INVÓLUCROS E BARREIRAS	9
11. SEGURANÇA DURANTE INSPEÇÕES TERMOGRÁFICAS	9
12. COMO ESTRUTURAR UMA ROTA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA	10
13. PERIODICIDADE: ANUAL NÃO É UMA REGRA TÉCNICA UNIVERSAL	10
14. TERMOGRAFIA COMO PARTE DA MANUTENÇÃO PREDITIVA	10
15. TERMOGRAFIA E CBM NÃO SÃO SINÔNIMOS	13
16. COMO CLASSIFICAR UMA ANOMALIA TERMOGRÁFICA	13
17. O RELATÓRIO TERMOGRÁFICO PRECISA PERMITIR RASTREABILIDADE	13
18. TERMOGRAFIA NÃO SUBSTITUI ENSAIOS ELÉTRICOS	14
19. USO NO COMISSIONAMENTO E CRIAÇÃO DE BASELINE	14
20. RELAÇÃO COM PIE E DOCUMENTAÇÃO DE SEGURANÇA ELÉTRICA	14
21. QUANDO A ANOMALIA DEVE GERAR PROJETO DE ADEQUAÇÃO	15
22. COMO ESPECIFICAR UM SERVIÇO DE TERMOGRAFIA	15
23. ERROS COMUNS NA INTERPRETAÇÃO	16
24. QUANDO CONTRATAR APOIO ESPECIALIZADO	16
25. CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
25.0.1. Serviços relacionados	17
25.0.2. Soluções relacionadas	17
25.0.3. Conteúdos principais sobre o tema	17
25.0.4. Conteúdos técnicos correlatos	17

Termografia elétrica é uma técnica de inspeção por infravermelho utilizada para identificar padrões e anomalias térmicas em componentes e instalações elétricas durante condições de operação. Na manutenção preditiva, ela ajuda a detectar indícios de aquecimento anormal associados, por exemplo, a aumento de resistência de contato, desequilíbrio de carga, degradação de conexões, sobrecarga ou defeitos que alterem o comportamento térmico do sistema.

O resultado, porém, não deve ser interpretado como diagnóstico automático. A câmera registra radiação infravermelha e estima temperatura aparente a partir de parâmetros como emissividade, temperatura refletida, distância e condições ambientais. Uma imagem com ponto mais quente pode representar anomalia real, diferença de material, reflexão, mudança de carga ou erro de configuração. Por isso, a termografia precisa ser executada e interpretada dentro de um método técnico.

Também é importante separar termografia de obrigação normativa genérica. Em 26 de agosto de 2026, a redação da NR-10 vigente permanece a versão indicada pelo Ministério do Trabalho e Emprego como válida até 31 de maio de 2027; a nova redação publicada pela Portaria MTE nº 737/2026 entra em vigor em 1º de junho de 2027. Nenhuma dessas referências deve ser simplificada como uma exigência universal de “fazer termografia”. O ensaio pode ser uma ferramenta de manutenção, inspeção e gestão de risco quando tecnicamente justificado.

1. O QUE A TERMOGRAFIA ELÉTRICA REALMENTE MEDE

Uma câmera termográfica não mede diretamente a temperatura interna de um condutor ou equipamento. Ela detecta radiação infravermelha proveniente da superfície observada e, a partir de um modelo radiométrico, converte esse sinal em temperatura aparente. A qualidade da estimativa depende de parâmetros do objeto e do ambiente.

A ISO 18434-1:2008, confirmada como vigente após revisão em 2023, estabelece procedimentos gerais para uso de termografia em monitoramento de condição e diagnóstico de máquinas. Entre os aspectos tratados estão terminologia, procedimentos, critérios de avaliação, segurança, interpretação, emissividade, temperatura aparente refletida e meios atenuantes.

Em instalações elétricas, a análise costuma ser comparativa. Componentes equivalentes sob condições de carga semelhantes podem ser confrontados entre si ou com uma linha de base histórica. O objetivo não é procurar “cores quentes”, mas identificar comportamento térmico incompatível com a função, o carregamento ou o padrão esperado.

2. POR QUE DEFEITOS ELÉTRICOS PODEM PRODUZIR AQUECIMENTO

Em uma conexão elétrica, o aquecimento pode aumentar quando existe resistência elétrica localizada e corrente circulante. Conexões frouxas, corrosão, degradação de interfaces, pressão de contato inadequada ou danos podem elevar perdas resistivas. Sob carga, esse efeito pode se manifestar como anomalia térmica detectável na superfície.

Sobrecargas e desequilíbrios também produzem assinaturas térmicas. Entretanto, a imagem sozinha não informa a causa. Uma fase mais quente pode refletir maior corrente e ainda estar operando conforme projeto, ou pode indicar condição anormal. A interpretação precisa considerar dados elétricos, características do equipamento, histórico e contexto operacional.

Outros mecanismos podem produzir aquecimento sem relação direta com conexão. Harmônicas, ventilação deficiente, degradação de componentes, perdas magnéticas, aquecimento por proximidade, ambiente externo e processo podem alterar o padrão térmico. Por isso, a termografia é uma evidência dentro do diagnóstico, não um substituto da análise de Engenharia.

3. PRINCIPAIS APLICAÇÕES DA TERMOGRAFIA EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A técnica é particularmente útil onde a falha ou degradação altera a temperatura superficial de um elemento acessível à observação. Entre aplicações comuns estão quadros de distribuição, painéis, conexões, barramentos, terminais, dispositivos de manobra e proteção, transformadores, bancos de capacitores, motores e componentes de sistemas de potência, sempre respeitando condições de acesso e segurança.

A seleção de pontos deve partir da criticidade e do modo de falha que se pretende detectar. Fotografar indiscriminadamente todos os componentes pode produzir grande volume de imagens com pouco valor. Uma rota bem estruturada define ativos, pontos de observação, condição operacional, parâmetros radiométricos e critérios de comparação.

Em ativos críticos, a termografia pode integrar uma estratégia de [manutenção baseada em condição](#) ou [manutenção preditiva](#), gerando tendência e gatilhos para investigação.

4. TERMOGRAFIA ELÉTRICA E NR-10: O QUE PODE E O QUE NÃO PODE SER AFIRMADO

A NR-10 estabelece requisitos de segurança em instalações e serviços em eletricidade. O texto oficial do Ministério do Trabalho e Emprego informa que a redação anterior permanece vigente até 31 de maio de 2027 e que a nova redação de 2026 entra em vigor em 1º de junho de 2027.

Termografia não deve ser apresentada como item automaticamente obrigatório para toda instalação apenas porque a NR-10 existe. A necessidade pode resultar de estratégia de manutenção, análise de risco, procedimento interno, especificação contratual, recomendação de fabricante, programa de inspeção ou outro requisito aplicável.

Ela também não substitui o Prontuário das Instalações Elétricas, inspeções de segurança, ensaios exigidos por projeto ou verificações previstas em outras normas. Pode, entretanto, produzir evidências relevantes para avaliação de condição e priorização de intervenções quando integrada a um programa técnico.

5. A CARGA ELÉTRICA É PARTE DO CONTEXTO DA MEDIÇÃO

Uma anomalia resistiva depende da corrente que atravessa o ponto. Se um circuito está praticamente sem carga durante a inspeção, um defeito pode não produzir contraste térmico suficiente para ser detectado. Por outro lado, comparar equipamentos sob carregamentos muito diferentes pode levar a conclusões erradas.

Por isso, a condição operacional precisa ser registrada. Corrente, percentual aproximado de carga, regime do processo, horário, temperatura ambiente e outras variáveis relevantes ajudam a interpretar o resultado e permitem comparar inspeções futuras.

O DOE, em seu guia de melhores práticas de operação e manutenção, destaca a termografia como tecnologia preditiva e relaciona anomalias térmicas a condições como conexões elétricas frouxas ou corroídas. A utilidade depende de observar o equipamento em condição representativa do serviço.

6. EMISSIVIDADE: POR QUE SUPERFÍCIES DIFERENTES ENGANAM A CÂMERA

Emissividade representa a eficiência com que uma superfície emite radiação térmica em relação a uma referência ideal. Materiais e acabamentos diferentes podem ter emissividades muito distintas. Superfícies metálicas brilhantes, em particular, podem refletir radiação do ambiente e produzir leituras enganosas.

Configurar um valor inadequado de emissividade pode alterar a temperatura calculada. Mais importante: uma imagem visualmente convincente pode estar dominada por reflexão. Por isso, o termografista precisa avaliar material, acabamento, ângulo e contexto antes de tratar um ponto aparente como temperatura real.

Em avaliações comparativas, superfícies equivalentes e geometrias semelhantes reduzem parte da incerteza, mas não eliminam a necessidade de método.

Fatores que influenciam a leitura termográfica de um componente elétrico

```
#a3a-diagram-1{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;fill:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);}@keyframes edge-animation-frame{from{stroke-dashoffset:0;}}@keyframes dash{to{stroke-dashoffset:0;}}#a3a-diagram-1 .edge-animation-slow{stroke-dasharray:9,5!important;stroke-dashoffset:900;animation:dash 50s linear infinite;stroke-linecap:round;}#a3a-diagram-1 .edge-animation-fast{stroke-dasharray:9,5!important;stroke-dashoffset:900;animation:dash 20s linear infinite;stroke-linecap:round;}#a3a-diagram-1 .error-icon{fill:var(--a3a-diag-canvas,#ffffff);}#a3a-diagram-1 .error-text{fill:#000000;stroke:#000000;}#a3a-diagram-1 .edge-thickness-normal{stroke-width:1px;}#a3a-diagram-1 .edge-thickness-thick{stroke-width:3.5px;}#a3a-diagram-1 .edge-pattern-solid{stroke-dasharray:0;}#a3a-diagram-1 .edge-thickness-invisible{stroke-width:0;fill:none;}#a3a-diagram-1 .edge-pattern-dashed{stroke-dasharray:3;}#a3a-diagram-1 .edge-pattern-dotted{stroke-dasharray:2;}#a3a-diagram-1 .marker{fill:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);stroke:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);}#a3a-diagram-1 .marker.cross{stroke:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);}#a3a-diagram-1 svg{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;}#a3a-diagram-1 p{margin:0;}#a3a-diagram-1 .label{font-family:Roboto,sans-serif;color:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);}#a3a-diagram-1 .cluster-label text{fill:var(--a3a-diag-title,#0124af);}#a3a-diagram-1 .cluster-label span{color:var(--a3a-diag-title,#0124af);}#a3a-diagram-1 .cluster-label span p{background-color:transparent;}#a3a-diagram-1 .label text,#a3a-diagram-1 span{fill:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);color:var(--a3a-diag-text,#0a0a0a);}#a3a-diagram-1 .node rect,#a3a-diagram-1 .node circle,#a3a-diagram-1 .node ellipse,#a3a-diagram-1 .node polygon,#a3a-diagram-1 .node path{fill:var(--a3a-diag-fill,#eef2fd);stroke:var(--a3a-diag-stroke,#2e42a2);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-1 .rough-node .label text,#a3a-diagram-1 .node .label text,#a3a-diagram-1 .image-shape .label,#a3a-diagram-1 .icon-shape .label{text-anchor:middle;}#a3a-diagram-1 .node .katex path{fill:#000;stroke:#000;stroke-width:1px;}#a3a-diagram-1 .rough-node .label,#a3a-diagram-1 .node .label,#a3a-diagram-1 .image-shape .label,#a3a-diagram-1
```

```
.icon-shape .label{text-align:center;}#a3a-diagram-1
.node.clickable{cursor:pointer;}#a3a-diagram-1 .root .anchor path{fill:var(--a3a-diag-stroke,
#2e42a2)!important;stroke-width:0;stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);}#a3a-diagram-1
.arrowheadPath{fill:var(--a3a-diag-stroke, #0b0b0b);}#a3a-diagram-1 .edgePath
.path{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);stroke-width:2.0px;}#a3a-diagram-1
.flowchart-link{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);fill:none;}#a3a-diagram-1
.edgeLabel{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-1 .edgeLabel
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);}#a3a-diagram-1 .edgeLabel
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-1 .labelBkg{background-color:rgba(255, 255, 255,
0.5);}#a3a-diagram-1 .cluster rect{fill:var(--a3a-diag-surface,
#f8f8f8);stroke:var(--a3a-diag-border, #e2e8f0);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-1 .cluster
text{fill:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-1 .cluster
span{color:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-1 div.mermaidTooltip{position:abs
olute;text-align:center;max-width:200px;padding:2px;font-family:Roboto,sans-serif;font-siz
e:12px;background:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);border:1px solid hsl(0, 0%,
90%);border-radius:2px;pointer-events:none;z-index:100;}#a3a-diagram-1
.flowchartTitleText{text-anchor:middle;font-size:18px;fill:var(--a3a-diag-text,
#0a0a0a);}#a3a-diagram-1 rect.text{fill:none;stroke-width:0;}#a3a-diagram-1
.icon-shape,#a3a-diagram-1 .image-shape{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-1 .icon-shape p,#a3a-diagram-1 .image-shape
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);padding:2px;}#a3a-diagram-1
.icon-shape rect,#a3a-diagram-1 .image-shape
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-1 .label-icon{display:inline-block;height:1em;overflow:visible;vertical
-align:-0.125em;}#a3a-diagram-1 .node .label-icon
path{fill:currentColor;stroke:revert;stroke-width:revert;}#a3a-diagram-1
:root{--mermaid-font-family:Roboto,sans-serif;}Radiação
detectadaEmissividadeReflexãoAtmosferaDistânciaFoco e ânguloTemperatura
aparenteInterpretação técnicaFatores que influenciam a leitura termográfica de um
componente elétrico
```

7. TEMPERATURA REFLETIDA E REFLEXÕES TÉRMICAS

Uma superfície de baixa emissividade pode agir como espelho no infravermelho. Fontes quentes próximas, o próprio operador ou elementos do ambiente podem aparecer como regiões quentes no termograma sem que o componente esteja naquela temperatura.

Esse fenômeno é uma das razões pelas quais o diagnóstico não deve se basear apenas em um screenshot. O profissional precisa observar comportamento ao mudar ângulo, comparar superfícies semelhantes e registrar condições de medição.

Reflexão é especialmente crítica em superfícies metálicas polidas, barramentos e invólucros. Quando a incerteza é elevada, a conclusão deve ser limitada ao que os dados realmente sustentam.

8. DIFERENÇA DE TEMPERATURA NÃO É SEVERIDADE POR SI SÓ

Variável	Por que influencia a leitura	Risco de interpretação
Carga elétrica	O aquecimento resistivo depende da corrente e do regime de operação	Comparar componentes sob cargas diferentes como se estivessem em condição equivalente
Emissividade	Superfícies diferentes emitem radiação infravermelha de forma distinta	Obter temperatura aparente incorreta em metais brilhantes ou superfícies de baixa emissividade
Temperatura refletida	Fontes térmicas próximas podem refletir energia para a câmera	Confundir reflexão com aquecimento real do componente
Referência comparativa	O ΔT depende do ponto usado como base: fase equivalente, histórico ou ambiente	Apresentar diferença de temperatura sem dizer contra qual referência foi calculada
Criticidade funcional	A mesma anomalia pode ter consequências muito diferentes em ativos distintos	Priorizar apenas pela maior temperatura absoluta e ignorar risco operacional
Acesso e campo de visão	Invólucros, barreiras, distância e ângulo afetam o que pode ser observado	Concluir ausência de anomalia quando o ponto crítico não foi efetivamente inspecionado

É tentador criar uma tabela universal em que determinado ΔT corresponde automaticamente a uma classe de risco. Esse procedimento pode ser inadequado se não considerar carga, referência, tipo de componente, material, ambiente e consequência funcional.

A ISO 18434-1 prevê estabelecimento de critérios de avaliação de severidade, mas esses critérios precisam estar inseridos no procedimento e no contexto da aplicação. Uma diferença pequena em um ponto altamente crítico pode merecer investigação, enquanto uma diferença maior pode ser esperada em outro componente sob carga diferente.

O ΔT pode ser calculado em relação a componente semelhante, referência histórica ou ambiente, mas a base comparativa precisa ser declarada. Sem isso, o número perde significado.

9. COMPARAÇÃO ENTRE FASES: ÚTIL, MAS COM CONDIÇÕES

Em sistemas trifásicos, comparar fases equivalentes é uma técnica comum porque componentes semelhantes estão no mesmo ambiente. Entretanto, a comparação só é robusta se as correntes e condições forem suficientemente comparáveis.

Se uma fase alimenta carga substancialmente maior, temperatura superior pode ser coerente com o regime elétrico. O ideal é combinar termografia com informação de carga e, quando necessário, outras medições.

A análise deve evitar diagnóstico instantâneo do tipo “fase quente = conexão frouxa”. O termograma identifica a anomalia; a causa deve ser confirmada por investigação apropriada.

10. LIMITAÇÕES DE JANELAS, INVÓLUCROS E BARREIRAS

A câmera só interpreta a radiação que chega ao detector. Portas, acrílicos, vidros, telas, janelas e outros materiais podem bloquear ou atenuar comprimentos de onda infravermelhos. Uma superfície transparente à luz visível não necessariamente é transparente no infravermelho usado pelo equipamento.

Quando são empregadas janelas de inspeção específicas, suas características de transmissão precisam ser conhecidas e consideradas. Comparações históricas devem manter condições equivalentes.

O acesso ao ponto de observação também precisa ser previsto no projeto ou no plano de manutenção. Improvisar abertura de invólucros energizados para obter uma imagem melhor pode introduzir risco incompatível com o benefício da medição.

11. SEGURANÇA DURANTE INSPEÇÕES TERMOGRÁFICAS

Termografia pode ser não invasiva do ponto de vista do equipamento, mas isso não significa ausência de risco para o profissional. Em instalações energizadas, aproximação, abertura de painéis ou exposição a partes vivas pode envolver riscos de choque elétrico e arco elétrico.

A execução deve seguir os requisitos de segurança aplicáveis, análise de risco, procedimentos, autorização, qualificação e medidas de controle da instalação. O objetivo do artigo não é prescrever método de trabalho energizado, e sim destacar que a obtenção do termograma nunca deve justificar aumento indevido de exposição.

Quando o ponto não pode ser observado de forma segura na condição requerida, a estratégia de inspeção precisa ser redesenhada: acesso permanente, janela apropriada, sensoriamento fixo, mudança de procedimento ou outro método diagnóstico podem ser avaliados por Engenharia.

12. COMO ESTRUTURAR UMA ROTA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA

Uma rota deve ser reproduzível. Para cada ativo, convém definir identificação, localização, ponto de observação, condição de operação desejada, referência de comparação e dados que precisam ser coletados.

A periodicidade não precisa ser igual para todos os ativos. Criticidade, histórico de falhas, condição, ambiente, carregamento, idade, redundância e consequência ajudam a definir frequência. Equipamentos de baixa criticidade podem receber abordagem diferente de elementos cuja falha compromete segurança ou continuidade.

A consistência da rota permite tendência. Quando ângulo, distância, ponto e parâmetros mudam a cada inspeção, a comparação histórica perde qualidade.

13. PERIODICIDADE: ANUAL NÃO É UMA REGRA TÉCNICA UNIVERSAL

A prática de executar termografia “uma vez por ano” é comum em muitos ambientes, mas não deve ser tratada como periodicidade tecnicamente obrigatória para qualquer instalação. A frequência precisa nascer da estratégia de manutenção e do risco.

Ativos críticos, ambientes agressivos, equipamentos com histórico de anomalia ou sistemas com mudanças frequentes de carga podem justificar intervalos menores. Outros ativos podem ser inspecionados por evento, condição ou janela operacional específica.

A [análise de criticidade](#) e o plano de manutenção devem registrar por que determinada frequência foi escolhida e quando ela precisa ser revista.

14. TERMOGRAFIA COMO PARTE DA MANUTENÇÃO PREDITIVA

Termogramas só geram decisão confiável quando condição de carga, emissividade, reflexão, criticidade e histórico são analisados em conjunto. A inspeção precisa fazer parte de uma estratégia de manutenção, não de uma campanha fotográfica isolada.

[Estruturar a Engenharia de Manutenção](#)

A termografia ganha valor preditivo quando deixa de ser campanha isolada e passa a gerar histórico. Um único termograma mostra uma condição naquele instante; uma série

controlada permite avaliar evolução.

A tendência pode mostrar crescimento de uma anomalia, estabilidade após intervenção ou mudança associada a carga. Esse acompanhamento ajuda a determinar janela de ação antes da falha funcional, desde que o mecanismo de degradação seja observável termicamente.

Nem todo modo de falha possui precursor térmico. Essa limitação precisa ser incorporada à estratégia. A manutenção preditiva deve combinar tecnologias conforme mecanismos de falha relevantes, em vez de tentar usar uma única técnica para todos os ativos.

Fluxo da termografia na manutenção preditiva e na decisão de Engenharia

```
#a3a-diagram-2
{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;fill:var(--a3a-diag-text, #0a0a0a);}@keyframes
edge-animation-frame{from{stroke-dashoffset:0;}}@keyframes
dash{to{stroke-dashoffset:0;}}#a3a-diagram-2 .edge-animation-slow{stroke-dasharray:9,5!i
mportant;stroke-dashoffset:900;animation:dash 50s linear
infinite;stroke-linecap:round;}#a3a-diagram-2 .edge-animation-fast{stroke-dasharray:9,5!im
portant;stroke-dashoffset:900;animation:dash 20s linear
infinite;stroke-linecap:round;}#a3a-diagram-2 .error-icon{fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-2 .error-text{fill:#000000;stroke:#000000;}#a3a-diagram-2
.edge-thickness-normal{stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2
.edge-thickness-thick{stroke-width:3.5px;}#a3a-diagram-2
.edge-pattern-solid{stroke-dasharray:0;}#a3a-diagram-2
.edge-thickness-invisible{stroke-width:0;fill:none;}#a3a-diagram-2
.edge-pattern-dashed{stroke-dasharray:3;}#a3a-diagram-2
.edge-pattern-dotted{stroke-dasharray:2;}#a3a-diagram-2 .marker{fill:var(--a3a-diag-stroke,
#2e42a2);stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);}#a3a-diagram-2
.marker.cross{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);}#a3a-diagram-2
svg{font-family:Roboto,sans-serif;font-size:15px;}#a3a-diagram-2
p{margin:0;}#a3a-diagram-2 .label{font-family:Roboto,sans-serif;color:var(--a3a-diag-text,
#0a0a0a);}#a3a-diagram-2 .cluster-label text{fill:var(--a3a-diag-title,
#0124af);}#a3a-diagram-2 .cluster-label span{color:var(--a3a-diag-title,
#0124af);}#a3a-diagram-2 .cluster-label span
p{background-color:transparent;}#a3a-diagram-2 .label text,#a3a-diagram-2
span{fill:var(--a3a-diag-text, #0a0a0a);color:var(--a3a-diag-text, #0a0a0a);}#a3a-diagram-2
.node rect,#a3a-diagram-2 .node circle,#a3a-diagram-2 .node ellipse,#a3a-diagram-2 .node
polygon,#a3a-diagram-2 .node path{fill:var(--a3a-diag-fill,
#eef2fd);stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2
.rough-node .label text,#a3a-diagram-2 .node .label text,#a3a-diagram-2 .image-shape
```

```
.label,#a3a-diagram-2 .icon-shape .label{text-anchor:middle;}#a3a-diagram-2 .node .katex
path{fill:#000;stroke:#000;stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2 .rough-node
.label,#a3a-diagram-2 .node .label,#a3a-diagram-2 .image-shape .label,#a3a-diagram-2
.icon-shape .label{text-align:center;}#a3a-diagram-2
.node.clickable{cursor:pointer;}#a3a-diagram-2 .root .anchor path{fill:var(--a3a-diag-stroke,
#2e42a2)!important;stroke-width:0;stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);}#a3a-diagram-2
.arrowheadPath{fill:var(--a3a-diag-stroke, #0b0b0b);}#a3a-diagram-2 .edgePath
.path{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);stroke-width:2.0px;}#a3a-diagram-2
.flowchart-link{stroke:var(--a3a-diag-stroke, #2e42a2);fill:none;}#a3a-diagram-2
.edgeLabel{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-2 .edgeLabel
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);}#a3a-diagram-2 .edgeLabel
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-2 .labelBkg{background-color:rgba(255, 255, 255,
0.5);}#a3a-diagram-2 .cluster rect{fill:var(--a3a-diag-surface,
#f8f8f8);stroke:var(--a3a-diag-border, #e2e8f0);stroke-width:1px;}#a3a-diagram-2 .cluster
text{fill:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-2 .cluster
span{color:var(--a3a-diag-title, #0124af);}#a3a-diagram-2 div.mermaidTooltip{position:abs
olute;text-align:center;max-width:200px;padding:2px;font-family:Roboto,sans-serif;font-siz
e:12px;background:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);border:1px solid hsl(0, 0%,
90%);border-radius:2px;pointer-events:none;z-index:100;}#a3a-diagram-2
.flowchartTitleText{text-anchor:middle;font-size:18px;fill:var(--a3a-diag-text,
#0a0a0a);}#a3a-diagram-2 rect.text{fill:none;stroke-width:0;}#a3a-diagram-2
.icon-shape,#a3a-diagram-2 .image-shape{background-color:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);text-align:center;}#a3a-diagram-2 .icon-shape p,#a3a-diagram-2 .image-shape
p{background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);padding:2px;}#a3a-diagram-2
.icon-shape rect,#a3a-diagram-2 .image-shape
rect{opacity:0.5;background-color:var(--a3a-diag-canvas, #ffffff);fill:var(--a3a-diag-canvas,
#ffffff);}#a3a-diagram-2 .label-icon{display:inline-block;height:1em;overflow:visible;vertical
-align:-0.125em;}#a3a-diagram-2 .node .label-icon
path{fill:currentColor;stroke:revert;stroke-width:revert;}#a3a-diagram-2
:root{--mermaid-font-family:Roboto,sans-serif;}NãoSimDefinir ativos e rotaRegistrar
condição operacionalCapturar termogramasValidar qualidadeldentificar anomaliaHá
evidência suficiente?Coletar dados adicionaisAvaliar riscoDefinir açãoIntervir ou
monitorarVerificar resultadoAtualizar históricoFluxo da termografia na manutenção
preditiva e na decisão de Engenharia
```

15. TERMOGRAFIA E CBM NÃO SÃO SINÔNIMOS

CBM — Condition-Based Maintenance — é uma estratégia em que decisões de manutenção são orientadas pela condição observada do ativo. Termografia é uma das tecnologias que podem fornecer essa informação.

Uma organização pode ter CBM baseado em vibração, análise de óleo, ultrassom, grandezas elétricas, parâmetros de processo, sensores contínuos ou combinação de técnicas. Da mesma forma, uma termografia pode ser executada sem que exista um programa real de CBM se o resultado não estiver conectado a critérios de decisão.

O valor aparece quando existe fluxo: medir, interpretar, classificar, decidir, executar, verificar e aprender.

16. COMO CLASSIFICAR UMA ANOMALIA TERMOGRÁFICA

Quando a anomalia está em sistema crítico, a prioridade não deve vir apenas da temperatura. Consequência, redundância, possibilidade de falha e capacidade de recuperação precisam entrar na decisão.

[Avaliar confiabilidade e disponibilidade](#)

A classificação deve combinar evidência térmica e consequência do ativo. Primeiro é necessário verificar se a diferença observada é real e se as condições de medição são confiáveis. Depois se avaliam função, carga, histórico, redundância e impacto potencial.

Uma anomalia não deve receber prioridade apenas pela maior temperatura absoluta. Equipamentos diferentes possuem regimes térmicos diferentes. A pergunta central é se o comportamento está fora do padrão esperado para aquele componente e se a evolução pode comprometer sua função.

A criticidade do ativo ajuda a transformar achado em prioridade de intervenção. Isso aproxima termografia da Engenharia de Confiabilidade em vez de reduzi-la a inspeção fotográfica.

17. O RELATÓRIO TERMOGRÁFICO PRECISA PERMITIR RASTREABILIDADE

Um bom relatório deve permitir que outra pessoa entenda o que foi observado e sob quais condições. Fotografias térmicas sem identificação, carga ou referência comparativa têm valor limitado.

O registro pode incluir:

O relatório não deve prometer precisão superior à suportada pelo método. Se emissividade, carga ou acesso impediram conclusão confiável, a limitação deve ser declarada.

18. TERMOGRAFIA NÃO SUBSTITUI ENSAIOS ELÉTRICOS

A técnica observa comportamento térmico. Ela não mede resistência de isolamento, continuidade de condutor de proteção, resistência de aterramento, qualidade de energia ou parâmetros de proteção. Também não verifica todas as condições de segurança de uma instalação.

Por isso, o diagnóstico pode precisar combinar termografia com inspeção visual, medições elétricas, ensaios específicos, análise documental e estudo de proteção. A seleção depende do problema investigado.

Essa complementaridade é especialmente importante em due diligence, laudos, inspeções de instalações e programas de adequação elétrica.

19. USO NO COMISSIONAMENTO E CRIAÇÃO DE BASELINE

Termografia pode ser útil depois da entrada em operação para registrar um baseline térmico, desde que o sistema esteja em condição representativa de carga. Esse registro ajuda a comparar inspeções futuras e pode revelar problemas de montagem que só aparecem sob corrente.

Entretanto, a termografia não substitui testes de comissionamento ou critérios de aceite previstos no projeto. Ela é uma evidência adicional. Se o ativo ainda não atingiu carga significativa, o baseline pode precisar ser repetido posteriormente.

Em instalações críticas, incluir pontos termográficos no plano de comissionamento pode facilitar a transição para manutenção baseada em condição.

20. RELAÇÃO COM PIE E DOCUMENTAÇÃO DE SEGURANÇA ELÉTRICA

Quando a termografia é usada dentro de um diagnóstico de segurança elétrica, ela pode complementar inspeções e evidências, mas não substitui a análise ampla de riscos, documentação e requisitos da instalação.

[Estruturar segurança elétrica e adequação à NR-10](#)

O Prontuário das Instalações Elétricas reúne documentação aplicável à gestão de segurança elétrica conforme os requisitos pertinentes da NR-10. Um relatório termográfico pode integrar o acervo técnico de uma instalação quando fizer parte de inspeções, planos ou evidências adotadas pela organização, mas não substitui o prontuário nem deve ser tratado como seu único conteúdo.

O mesmo vale para laudos. “Laudo de NR-10” é expressão frequentemente usada de forma genérica no mercado, mas a conformidade com a norma exige análise de requisitos, riscos, documentação e medidas de controle muito mais amplas que uma campanha termográfica.

Termografia pode fortalecer diagnóstico e priorização, principalmente quando associada a levantamento de campo, análise de riscos e plano de ação.

21. QUANDO A ANOMALIA DEVE GERAR PROJETO DE ADEQUAÇÃO

Alguns achados são resolvidos por intervenção pontual; outros revelam problema sistêmico. Aquecimento recorrente, capacidade insuficiente, inadequação de barramento, falta de ventilação, coordenação deficiente, obsolescência ou arquitetura incompatível com a carga podem exigir solução de Engenharia.

A decisão deve avaliar causa e recorrência. Reapertar ou substituir repetidamente um componente sem remover a condição que provoca o aquecimento apenas reinicia o ciclo.

Nesses casos, o relatório deve direcionar estudo, levantamento, projeto, especificação, procurement ou modernização, conforme necessário.

22. COMO ESPECIFICAR UM SERVIÇO DE TERMOGRAFIA

Uma contratação técnica deve definir mais que “inspecionar painéis”. O escopo precisa indicar ativos, quantidade ou critérios de seleção, condição operacional esperada, dados a registrar, formato do relatório, método de classificação, requisitos de segurança, evidências e tratamento de limitações.

Também é útil exigir rastreabilidade entre ativo, termograma e recomendação. Em ambientes com muitos painéis, nomenclatura inconsistente pode tornar o relatório difícil de utilizar posteriormente.

Se o objetivo é manutenção preditiva, a especificação deve prever comparabilidade histórica e integração com o plano de manutenção ou CMMS/EAM.

23. ERROS COMUNS NA INTERPRETAÇÃO

Alguns erros reduzem drasticamente a confiabilidade do resultado:

Evitar esses erros transforma o termograma de imagem ilustrativa em dado técnico útil.

24. QUANDO CONTRATAR APOIO ESPECIALIZADO

Apoio de Engenharia é recomendável quando a campanha precisa ser integrada a análise de criticidade, manutenção preditiva, inspeção de instalações elétricas, diagnóstico de falhas, priorização de adequações ou plano de investimentos.

O valor não está apenas na captura das imagens, mas na transformação da evidência em decisão: qual anomalia precisa de intervenção, qual pode ser monitorada, qual exige ensaio adicional e qual aponta para problema de projeto.

25. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Termografia elétrica é uma ferramenta poderosa de monitoramento de condição quando aplicada com método. Ela permite identificar anomalias térmicas sem contato direto com o componente observado e pode antecipar investigação de problemas antes da falha funcional.

Seu limite é igualmente importante: a câmera não fornece causa automática, não elimina incertezas de emissividade e reflexão, não substitui outros ensaios e não é uma obrigação genérica da NR-10. O melhor resultado surge quando medição, contexto operacional, criticidade, segurança e Engenharia são integrados em uma decisão rastreável.

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5462:1994 — Confiabilidade e manutenibilidade: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 55000:2024 — Gestão de ativos — Terminologia, visão geral e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

[3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 18434-1:2008 — Condition monitoring and diagnostics of machines — Thermography — Part 1: General procedures. Geneva: ISO, 2008. Confirmada em 2023. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/41648.html>

[4] BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 10 — Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Página oficial atualizada em 6 ago. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/>

participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10

[5] UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. Operations & Maintenance Best Practices Guide: Release 3.0 — seção de tecnologias de manutenção preditiva e termografia. Federal Energy Management Program. Disponível em: <https://www.energy.gov/cmei/femp/articles/operations-and-maintenance-best-practices-guide-achieving-operational-efficiency>

O que é termografia elétrica? É a aplicação de termografia infravermelha para observar padrões de temperatura aparente em componentes e instalações elétricas e identificar anomalias que possam indicar condições de degradação ou operação anormal. **Termografia é obrigatória pela NR-10?** A NR-10 não deve ser resumida como uma obrigação universal de realizar termografia em toda instalação. A técnica pode ser adotada por estratégia de manutenção, análise de risco, procedimento interno, contrato ou outros requisitos aplicáveis. **Termografia substitui ensaios elétricos?** Não. Ela observa comportamento térmico e não substitui medições de isolamento, aterramento, continuidade, proteção ou outros ensaios necessários ao diagnóstico e à conformidade da instalação. **Qual a periodicidade ideal da termografia elétrica?** Não existe periodicidade universal. A frequência deve considerar criticidade, histórico, condição, ambiente, carregamento, redundância, mudanças na instalação e estratégia de manutenção. **Uma temperatura mais alta significa necessariamente defeito?** Não. Temperatura aparente depende de carga, emissividade, reflexão, ambiente e características do componente. Uma anomalia precisa ser interpretada dentro do contexto e, quando necessário, confirmada por dados adicionais. **O que deve constar em um relatório termográfico?** Identificação do ativo, condição operacional, imagens térmica e visível quando pertinente, parâmetros de medição, temperaturas ou áreas analisadas, limitações, referência comparativa, descrição da anomalia, prioridade e recomendação técnica.

25.0.1. Serviços relacionados

25.0.2. Soluções relacionadas

25.0.3. Conteúdos principais sobre o tema

25.0.4. Conteúdos técnicos correlatos

Sobre a A3A Engenharia de Sistemas

Com 30 anos de história, a A3A Engenharia de Sistemas se consolidou como referência em serviços de Engenharia, oferecendo soluções integradas de Telecomunicações, Segurança Eletrônica, Segurança Digital e Instalações Elétricas.

A empresa atua em todas as etapas do ciclo de Engenharia, desde a elaboração de projetos e consultoria técnica até a implantação, manutenção e retrofit de sistemas, sempre em conformidade com as normas técnicas e melhores práticas do setor.