



INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA NOS PÁRA-RAIOS DO SISTEMA DE 138000 V DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Aderaldo Calente²

Resumo

Buscando aumentar a segurança operacional e a confiabilidade de suas instalações elétricas a ArcelorMittal Tubarão implantou a técnica de termografia nas inspeções dos pára-raios do sistema de 138000 V. Neste trabalho serão mostrados os métodos utilizados, os valores de temperatura adotados com seus respectivos diagnósticos, os fatores que devem ser considerados e os fatores que devem ser evitados durante a inspeção termográfica. Além de exemplos com termogramas caracterizando o defeito e/ou condições normais de operação dos Pára-raios, serão mostradas, também, algumas conclusões que puderam ser tiradas no decorrer do período de inspeções. Dentre as principais conclusões, pode ser destacado que a termografia tem se mostrado ser uma técnica eficiente e bastante segura. A termografia realizada isoladamente não abrange todos os tipos de defeitos de um pára-raios, e que a análise qualitativa é fator preponderante para o diagnóstico da condição operativa do pára-raios.

Palavras-chave: Termografia qualitativa; Diagnóstico; Perfil térmico.

THERMOGRAPHIC INSPECTION IN LIGHTNING RODS OF THE 138000 V SYSTEM OF ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstrac

In order to enlarge the operational safety and the reliability of its electrical installations, ArcelorMittal Tubarão has implemented the thermography technique on inspections of the tower type lightning rods of the 138000 V system. In this work, the used methods will be shown, as well as the adopted values of temperature with their respective diagnoses, the variables that must be considered, and the conditions that must be prevented during the thermographic inspection. Besides some examples with thermograms characterizing the defect and or normal operating conditions of the lightning rods, also, some conclusions that could have been drawn during the period of inspections will be shown. Among the main conclusions, it can be highlighted that the thermography has been considered as an efficient technique. The thermography, when carried out separately, does not approach all types of defect of a lightning rod. Also, the qualitative analysis is a main reason for the diagnosis of the operative condition of the lightning rod.

Key words: Qualitative thermography; Diagnosis; Thermal profile.

¹ Contribuição técnica ao 31º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 25º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 17 a 20 de agosto de 2010, Foz do Iguaçu, PR

² Técnico de Manutenção e Especialista em Termografia da ArcelorMittal Tubarão.



1 INTRODUÇÃO

A ArcelorMittal Tubarão, dentro do contexto de avaliação da confiabilidade de seu sistema elétrico, implantou a inspeção termográfica nos pára-raios no sistema de 138000 V, instalados em diferentes Estações e Subestações do seu parque industrial. Esta inspeção, dentro de uma política de manutenção preditiva, visa o diagnóstico da condição operativa dos Pára-raios.

A ArcelorMittal Tubarão possui instalado em suas Estações Receptoras e Subestações, um total de 120 pára-raios tipo torre.

2 DESENVOLVIMENTO

O pára-raios é um dispositivo que tem por finalidade proteger os equipamentos elétricos contra sobre tensões de origem atmosférica, ou de manobra ou de origens fortuitas, escoando a carga resultante da sobre tensão para a malha de aterramento.⁽¹⁾

O modelo utilizado nas instalações de 138000 V da ArcelorMittal Tubarão é o de borracha de silicone⁽²⁾ conforme as Figuras 1 e 2.



Figura 1. Pára-raios tipo torre.



Figura 2. Pára-raios tipo torre.

Dentre os principais componentes de um Pára-raios, os que necessitam de uma atenção especial durante a inspeção termográfica são, basicamente o corpo e os terminais.⁽³⁾

- **Corpo**

Constituído de borracha de silicone, dentro do qual, estão alojados os principais elementos ativos do pára-raios, os varistores.

A montagem de todo o conjunto consiste em acondicionar os módulos sob pré-compressão em uma gaiola formada de laços reforçados com fibra de vidro. Resultando em uma alta resistência mecânica.

A borracha de silicone é moldada diretamente na gaiola, selando completamente os elementos ativos (Figura 3).

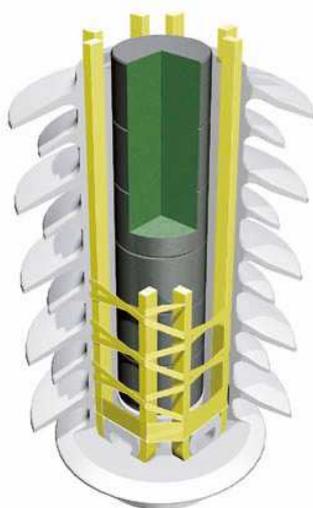


Figura 3. Corpo do pára-raios.



• Terminais

São as extremidades do pára-raios onde são feitas as conexões da linha e do aterramento (Figura 4).

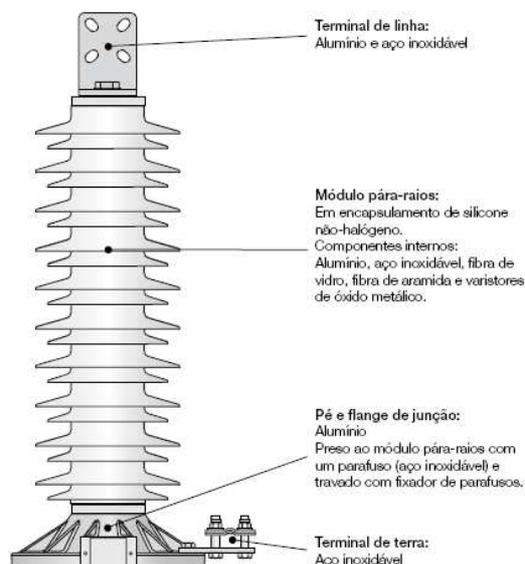


Figura 4. Terminais do pára-raios.

2.3 Funcionamento de um Pára-raios

Os elementos ativos de um pára-raios possuem uma alta resistência para a tensão nominal e uma baixa resistência para surtos de tensão. Por isso, quando ocorre uma sobre tensão o pára-raios conecta instantaneamente o condutor sob tensão para a malha de aterramento, protegendo assim os equipamentos.⁽⁴⁾

2.2 Principais causas de falhas em pára-raios

2.2.1 Aspectos gerais

Estudos realizados pelo CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) apontam a penetração de umidade, devido à perda de estanqueidade do invólucro, como sendo a principal causa de falha verificada nos pára-raios ao longo do tempo.⁽⁵⁾ Conforme mostrado no gráfico da Figura 5.

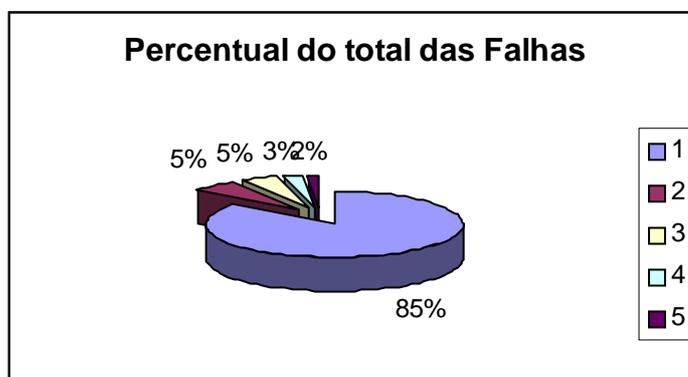


Figura 5. Causas de falhas em pára-raios.



- 1- Penetração de umidade – 85%
- 2- Descarga – 5%
- 3- Contaminação – 5%
- 4- Aplicação inadequada – 3%
- 5- Desconhecida – 2%

Principais consequências causadas pela presença da umidade:

- contaminação e oxidação dos componentes da parte ativa; e
- diminuição da rigidez dielétrica.

2.2.2 Aspectos operacionais

Os Pára-raios são permanentemente submetidos a tensões de operação dos sistemas. São submetidos as mais adversas condições climáticas e expostos às situações transitórias dos sistemas provocando um aumento gradual na componente resistiva da corrente de fuga. Com o passar do tempo este aumento pode conduzir à instabilidade térmica do pára-raios, acarretando a sua falha por completo.

A falha elétrica dos resistores acontece de duas maneiras, dependendo do tipo de esforço sofrido:⁽⁶⁾

- os pára-raios podem absorver uma excessiva quantidade de energia em curta duração e apresentar mecanismos de falhas do tipo perfuração ou mesmo ruptura mecânica dos blocos; e
- os pára-raios podem absorver uma excessiva quantidade de energia, elevar a sua temperatura e não ter capacidade de retornar à temperatura normal de operação. Este tipo de falha é conhecido como “desencadeamento térmico”, avalanche térmica.⁽⁷⁾

As falhas mais comuns, que são os surtos de curta duração, pequenas descargas e correntes elevadas, resultam em danos nos resistores não lineares (Figura 6).



Figura 6. Resistores não lineares danificados.

A inspeção termográfica visa basicamente à investigação de valores elevados de temperatura nos pára-raios, provocada pela circulação de corrente nos elementos ativos.

2.3 Técnica e metodologia utilizada na inspeção termográfica dos Pára-raios

As inspeções termográficas são realizadas em uma frequência semestral.

A medição termográfica consiste na medição da temperatura superficial do invólucro dos pára-raios,⁽⁸⁾ com ênfase nos valores máximos e mínimos.



Na análise da diferença de temperatura encontrado no corpo do pára-raios, é adotado o seguinte critério:

- até 3°C ----- bom;
- de 3°C a 5°C ----- observar; e
- acima de 5°C ----- substituir.

Na análise do acréscimo de temperatura dos pára-raios em relação à temperatura ambiente, é adotado o seguinte critério:

- até 5°C ----- bom;
- se 5°C a 10°C ----- observar; e
- acima de 10°C ----- substituir.

Os pára-raios a serem observados devem ser submetidos a inspeções termográficas semanais para verificar a evolução da temperatura.⁽⁹⁾

Os Pára-raios substituídos devem ser enviados para teste em laboratório.

Os termogramas mostrados nas Figuras 7, 8 e 9 são exemplos usuais obtidos durante as inspeções de campo.

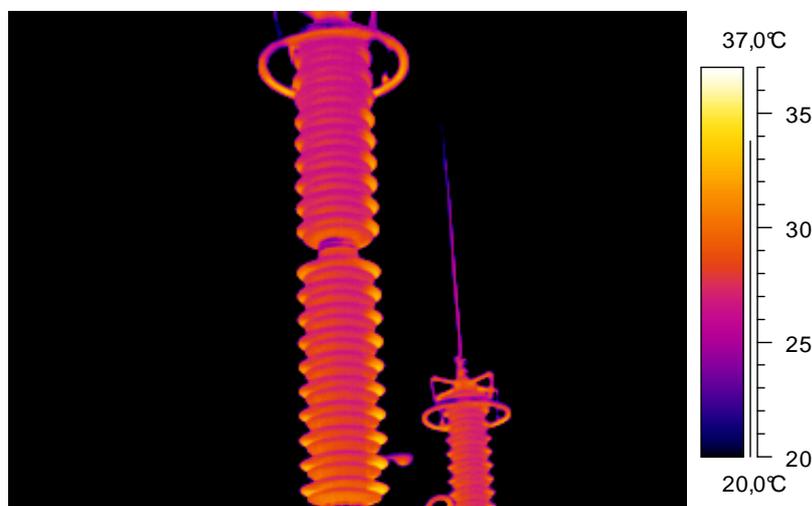


Figura 7. Termograma representando uma condição normal.

Temperatura ambiente: 29,0°C

Temperatura máxima: 30,0°C

Temperatura mínima: 28,0°C

Diferença entre a máxima e a mínima: 2,0°C

Diferença entre a máxima e a ambiente: 1,0°C

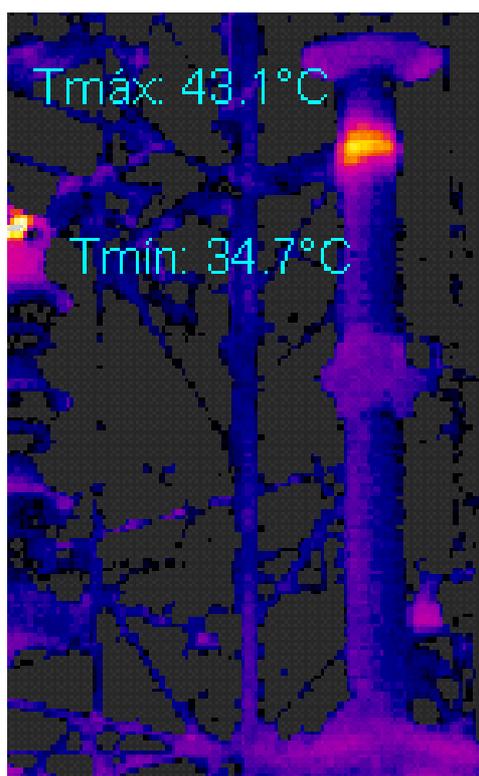


Figura 8. Termograma representando uma condição de defeito.

Temperatura ambiente: 30,0°C
 Temperatura máxima: 43,1°C
 Temperatura mínima: 34,7°C
 Diferença entre a máxima e mínima: 8,4°C
 Diferença entre a máxima e a ambiente: 13,1°C

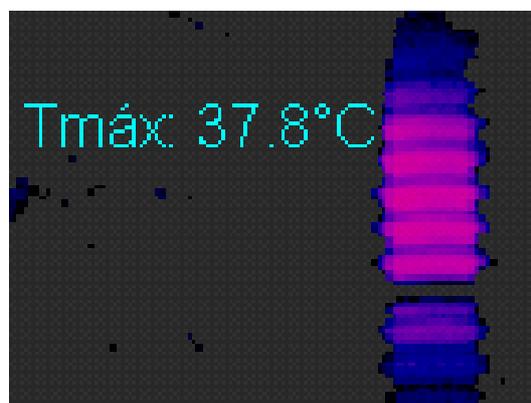


Figura 9. Termograma representando uma condição de defeito.

Temperatura ambiente: 28,0°C
 Temperatura máxima: 37,8°C
 Temperatura mínima: 30,0°C
 Diferença entre a máxima e a mínima: 7,8°C
 Diferença entre a máxima e a ambiente: 9,8°C



2.3.1 Variáveis a serem consideradas durante a inspeção

Algumas variáveis influenciam de forma significativa nos resultados das medições. Sendo que as principais são:

- emissividade; e
- intensidade de corrente.

• Emissividade

A emissividade é um dos parâmetros mais importantes a serem considerados durante as medições com termovisores. Este valor está diretamente relacionado com as características da superfície do pára-raios (composição, textura, ocorrência de óxidos ou cobertura de poeira).

O valor de emissividade influencia na troca térmica do corpo do pára-raios com o ambiente em que se encontra.

• Intensidade de corrente

A potência dissipada pelo pára-raios defeituoso, cresce rapidamente em função da corrente.

A saber:

$$P = R \times I^2$$

Onde:

P = potência dissipada;

R = resistência;

I = intensidade de corrente.

Ou seja, a potência dissipada cresce em função do quadrado da corrente.

Caso a medição não tenha sido efetuada a plena carga (100%), deve-se calcular o aquecimento do pára-raios para os 100% de carga, a partir da energia dissipada do mesmo.

2.3.2 Condições a serem evitadas durante a inspeção

Algumas condições comprometem de forma significativa nos resultados das medições e devem ser evitadas. Sendo que as principais são:

- radiação solar;
- chuva;
- vento; e
- poluição industrial/névoa salina.

• Radiação solar

Durante a medição termográfica, deve ser escolhido o ângulo mais adequado para a visada do pára-raios. Esta ação visa minimizar o efeito da radiação solar sobre o pára-raios a ser inspecionado. Preferencialmente, as medições devem ser realizadas a noite, ou em dias nublados, quando a radiação solar tem seu efeito minimizado naturalmente.

• Chuva

A inspeção termográfica não deve ser realizada estando o pára-raios ou o termovisor submetido à chuva.

• Vento

A dissipação de calor pelo efeito da convecção, em um pára-raios, é determinada pela velocidade do ar, a qual provoca um resfriamento do mesmo.



A medição termográfica não é recomendada para ambientes ou situações onde o vento esteja apresentando velocidade superior a 25 Km/h.

• **Poluição industrial/névoa salina**

A inspeção termográfica não deve ser realizada, estando o pára-raios instalado num ambiente que apresente poluição industrial ou névoa salina acentuada. Esta condição proporciona interferência nas medições, e conseqüentemente, compromete a confiabilidade da inspeção.

2.3.3 Dificuldade encontrada

A borracha de silicone que constitui o corpo do pára-raios não é um bom condutor térmico,⁽¹⁰⁾ diminuindo os efeitos da temperatura na superfície externa do pára-raios e conseqüentemente sua percepção e análise.

3 CONCLUSÕES

- A termovisão é uma técnica segura e bastante eficiente em relação a rapidez das inspeções.
- A termovisão não detecta todos os tipos de defeitos dos pára-raios.
- A análise qualitativa é essencial para o diagnóstico da condição dos pára-raios.
- As análises de laboratório nos pára-raios substituídos são extremamente importantes para consolidar os critérios das inspeções de campo.
- Os pára-raios instalados sobre os transformadores são os que exigem maior rigor nas análises.
- Os valores de temperatura com os referidos diagnósticos devem ser adotados após sucessivas medições.

REFERÊNCIAS

- 1 Arruda, Marconi; LUZ, Almir da. Importância dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e sistemas de aterramento. III Seminário de Riscos com Eletricidade no Trabalho: CST, Serra ES, 2001.
- 2 Sprecher SCHUH. Catálogo Geral de Alta, Média e Baixa tensão. Pára-raios tipo Estação. São Paulo SP, Janeiro 1998.
- 3 Cipoli, José Adolfo. Engenharia de Distribuição. Atlas, São Paulo SP, Janeiro 2000.
- 4 Freire, Paulo Edimundo da Fonseca. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramento elétrico. Makron Books, São Paulo SP, 1997.
- 5 Oliveira, Márcio; TORRES, Rodolfo. Curso de termografia. CEPEL, Rio de Janeiro RJ, Junho 2001.
- 6 NBR 5424. Guia de aplicação de Pára-raios de resistor não linear em sistemas de potência. Maio 1988.
- 7 Cigré Session. www.cigre.org. França. 2004.
- 8 Guedes, Edson; LIMA, Nayara; NOBREGA, Nelson. Temperatura em pára-raios de ZnO. Revista Eletricidade Moderna, São Paulo SP, Janeiro 1997.
- 9 Franco Engenharia. Seminário Técnico: Técnicas e Critérios de Monitoramento de Pára-raios de SiC e ZnO em Subestações e Avaliação dos Resultados. Rio de Janeiro RJ, Abril 2002.
- 10 Asea Broun Boveri. Catálogo. Pára-raios de Óxido de Zinco. São Paulo SP, Fevereiro 2000.