

# INFLUÊNCIA DA REFLETIVIDADE SOLAR DO REVESTIMENTO DE TRANSFORMADORES NO SEU DESEMPENHO TÉRMICO

**Arno Krenzinger** – arno.krenzinger@ufrgs.br

**César W. M. Prieb** – cprieb@ufrgs.br

Laboratório de Energia Solar - PROMEC - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Carlo Arthur Ferreira** – ferreira.carlos@ufrgs.br

**Eliane Coser** - cosereliane@yahoo.com.br

Laboratório de Polímeros -DEMAT - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Cristiano Pinto Vianna** - CristianoV@ceee.com.br

Divisão de Manutenção - Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica

**Resumo.** Os transformadores são máquinas de alta eficiência, sendo que o pequeno percentual de perdas é o principal responsável pelo calor gerado internamente nos mesmos. Os transformadores de distribuição instalados ao ar livre tem ainda sua temperatura aumentada devido à absorção da radiação solar. Para testar diferentes revestimentos foi montada uma bancada de comparação experimental, determinando a potência equivalente às perdas do transformador para manter o óleo em uma temperatura pré-determinada. Este trabalho mostra que a utilização de revestimentos seletivos, com alta refletividade da radiação solar e boa emitância pode produzir uma significativa redução na temperatura do óleo dos transformadores, permitindo um aumento na potência dos mesmos e aumentando sua vida útil.

**Palavras-chave:** Transformadores de Distribuição, Temperatura de Transformadores, Cor do Transformador.

## 1. INTRODUÇÃO

Superfícies seletivas são aquelas que têm um comportamento diferente em diferentes bandas de energia radiante. No caso de aplicações de energia solar é muito comum ouvir falar de superfícies seletivas para aumentar o desempenho de aquecedores solares, isto é, superfícies que absorvem bem a energia solar e têm baixa emitância na banda de infravermelho longínquo. Porém também são úteis superfícies seletivas com características especiais para não aquecer um determinado objeto. Neste caso é de interesse que a superfície tenha alta refletividade da radiação solar (visível e infravermelha) e ao mesmo tempo tenha alta emitância para comprimento de onda além do espectro solar.

No caso do revestimento de transformadores de potência, o interesse recai sobre o segundo caso, pois para arrefecer os transformadores sua superfície deve ter inicialmente uma alta emitância. Durante muito tempo prevaleceu a idéia de que uma superfície pintada de preto, a qual conhecidamente tem alta emitância, era preferível a uma pintura de outra cor, a qual se poderia suspeitar que tivesse menos emitância. Esta idéia não é válida e não é possível tirar conclusões do comportamento óptico infravermelho de qualquer revestimento baseado na percepção do seu comportamento óptico na banda visível do espectro. Alguns ensaios realizados comparando o desempenho da tinta preta e de uma tinta à base de alumínio reforçavam esta idéia (discutido na seção 3), já que a tinta metálica apresentava pior desempenho que a tinta preta na função de arrefecer os transformadores, mesmo quando expostos aos raios solares. No entanto há uma série de possibilidades de utilizar pinturas com pigmentos seletivos, capazes de apresentar um desempenho radiante tão bom quanto a tinta preta e ainda apresentar alta refletividade da radiação solar.

Este trabalho apresenta uma análise do efeito da utilização de pintura seletiva para melhorar o desempenho térmico de transformadores de distribuição.

## 2. RELAÇÃO ENTRE POTÊNCIA E TEMPERATURA DO ÓLEO DE UM TRANSFORMADOR

Os transformadores apresentam perdas que variam geralmente entre 1% e 3%. Estas perdas ocorrem nos enrolamentos (perdas no cobre) ou no núcleo ferromagnético (perdas no ferro) sendo que estas últimas ainda podem ser por histerese magnética ou por correntes de Foucault. O calor gerado no transformador autoarrefecido é transferido ao óleo que por sua vez transfere ao ambiente através da caixa do transformador e das tubulações de termossifão quando presentes. Transformadores de maior porte utilizam ventiladores para forçar a convecção nos seus tubos radiadores e/ou ainda circulação forçada de óleo com arrefecimento externo ao corpo do mesmo.

Um transformador autoarrefecido vai transferir calor por radiação e por convecção ao meio ambiente. As trocas por radiação dependem da temperatura externa da caixa ( $T$ ) na quarta potência e podem ser expressas pela Eq. 1:

$$P_{rad} = \varepsilon\sigma A\{0,5(T^4 - T_{solo}^4) + 0,5(T^4 - T_{ceu}^4)\} \quad (1)$$

onde  $\varepsilon$  é a emissividade do revestimento externo,  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzmann e a área externa da caixa do transformador  $A$  foi dividida em duas partes, considerando a parte de baixo trocando radiação com o solo na temperatura  $T_{solo}$  e a parte de cima trocando radiação com o céu, cuja temperatura equivalente  $T_{ceu}$  foi considerada pela equação simplificada:

$$T_{ceu} = T_{amb} - 10 K \quad (2)$$

onde  $T_{amb}$  é a temperatura do ar ambiente. As trocas por convecção são dadas por

$$P_{conv} = h_{conv}A(T - T_{amb}) \quad (3)$$

onde o coeficiente de convecção  $h_{conv}$  inclui o efeito das aletas e/ou tubulações do transformador e é fortemente dependente da velocidade do vento, pois nestes transformadores não há ventilação forçada. Com pouco vento o valor de  $h$  sobre placas planas poderia ser da ordem de  $5 \text{ W/m}^2\text{K}$ , mas como há tubos de arrefecimento que aumentam o efeito convectivo, considerou-se  $h = 7 \text{ W/m}^2\text{K}$  para a mesma condição.

Para uma estimativa inicial, considerando uma emissividade da superfície de  $\varepsilon = 0,9$  e um dia de céu límpido com pouco vento, foram somadas as parcelas de transferência de calor esperadas para um transformador de 15 kVA com 3% de perdas. Nesta estimativa inicial foi considerada uma incidência moderada de radiação solar ( $800 \text{ W/m}^2$ ) com absorptância de 50 % na superfície. A Fig. 1 mostra os resultados, sendo que a curva preta representa o carregamento do transformador em percentual da potência nominal e a curva vermelha mostra o percentual das perdas por radiação na transferência de calor. O exame destes resultados mostra que perto da potência nominal destes transformadores, cerca de 60 % da transferência de calor é por radiação e  $6^\circ\text{C}$  corresponderiam a cerca de 17 % de potência. Esta relação entre temperatura e potência revela que qualquer melhoramento que produza a diminuição da temperatura, mesmo que por diferenças de poucos graus Célsius, poderá significar a possibilidade de aumento de potência de operação dos transformadores. Caso o transformador seja mais eficiente, mais beneficiado ainda seria pela redução térmica. Por exemplo, se a eficiência do transformador considerado fosse de 99 %, com apenas 1 % de perdas, uma variação de  $6^\circ\text{C}$  corresponderia a uma variação de potência da ordem de 40 %.

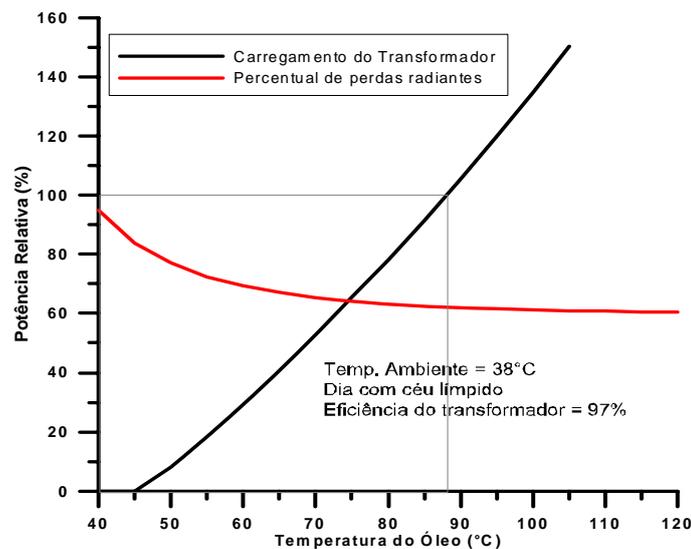


Figura 1 - Relação entre a temperatura do óleo do transformador e seu carregamento em um dia quente ( $T_{amb} = 38^\circ\text{C}$ ). A curva vermelha mostra a proporção da transferência de calor por radiação.

### 3. ESTUDOS ANTERIORES E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Nos Estados Unidos, experimentos conduzidos em 1909 (Pittsfield, Mass.), em 1922 (Fresno, Calif.) e em 1924 (Dallas, Texas) foram analisados e comparados com outros resultados apresentados por Montsinger e Wetherill (1930). Este é provavelmente o trabalho mais importante sobre o tema realizado na época. Os trabalhos analisados compararam as temperaturas do óleo de transformadores pintados de preto, branco, cinza e alumínio, em diferentes situações climáticas, geralmente ao longo de vários dias de exposição solar e em regime de operação. Os pesquisadores dos trabalhos prévios apresentaram desapontamento por terem anteriormente a perspectiva de encontrar maior dependência da temperatura com a cor da pintura utilizada.

No trabalho de Montsinger e Wetherill (1930), além da comparação de dados é apresentado um método para calcular o efeito das cores do tanque sobre a temperatura do óleo. O fato de se ter mensurado diferenças de  $4$  a  $5^\circ\text{C}$  entre transformadores brancos e pretos nos momentos de mais alta insolação não tomou a dimensão merecida. Se estas

observações forem comparadas com as considerações da secção anterior do presente trabalho já revelariam a importância de usar revestimentos refletores. Mas as consequências deste trabalho foram bem além da falta de percepção da proporção dos resultados. Suas conclusões são formadoras de recomendações futuras, encontradas hoje em diversos textos sobre procedimentos de construção ou manutenção de transformadores. Nestes textos técnicos é bem comum encontrar a seguinte frase: “Para transformadores expostos ao sol, o uso de pinturas especiais causa um efeito muito pequeno para ser levado em consideração. A pintura dos tanques dos transformadores para operar ao ar livre deve ser baseada na consideração de durabilidade e aparência” a qual foi extraída das conclusões dos trabalhos citados. Um deles, um documento de Denver, nos Estados Unidos, (Denver Office, 1991) descreve efeitos de pinturas nos transformadores expostos ao sol. Inicialmente admite que a absorção da luz solar deve ser considerada, mas ignora a existência das pinturas seletivas ao citar que “Infelizmente as cores que proporcionam melhor transferência de calor por radiação também permitem a mais alta absorção de calor pelos raios solares”, o que não é sempre correto.

Na verdade existe uma imagem generalizada, mas sem base científica, de que a cor preta absorve muito a radiação solar e tem alta emissividade (em geral isto é correto para as pinturas pretas), de que a cor branca reflete muito a radiação solar e tem uma baixa emissividade (esta imagem é equivocada, em geral as pinturas brancas também tem alta emissividade) e, portanto, a cor cinza, que está entre o preto e o branco, deve ser usada para estabelecer um equilíbrio entre os efeitos ópticos. Esta impressão, que é compartilhada por várias pessoas, não é correta. Da radiação solar somente uma parte é visível ao olho humano, e da radiação de emissão térmica nada é visível. Desta forma nada se deve afirmar sem antes medir as propriedades das superfícies com instrumentação adequada.

Lee (1975) apresentou uma nova análise sobre os efeitos das cores nas pinturas dos transformadores. Esse trabalho já deu mais valor mesmo para pequenas diminuições de temperatura, citando também a possibilidade de aumentar a vida útil dos equipamentos. Em uma experiência realizada com caixas de alumínio com diferentes pinturas e com aquecimento interno, observou diferenças da ordem de 10 °C entre a caixa pintada de preto e a caixa pintada de branco. Encerra seu trabalho recomendando que novos experimentos com caixas de transformadores em tamanho real deveriam ser realizados, mas a pesquisa bibliográfica não revela novas investidas neste sentido.

Mak (2011) apresenta uma análise teórica baseada em parte da literatura já citada, aplicada para transformadores de grande porte, reconhecendo as vantagens das cores branca e cinza-claro frente a alumínio e preta. Nas suas conclusões lembra que uma temperatura de operação mais baixa, da ordem de 4 °C, poderia estender a expectativa de vida de um transformador de 30 para 42 anos, mas mesmo assim acaba recomendando a utilização da cor cinza-claro.

#### 4. PREPARAÇÃO DAS PINTURAS

Diversas tintas foram preparadas no Laboratório de Polímeros da UFRGS, sempre mantendo como premissa básica a durabilidade dos revestimentos, pois não se pode admitir que, para obter uma pintura com maior refletividade solar, sejam diminuídas as qualidades químicas e mecânicas da mesma. A principal resina base solvente utilizada neste trabalho (e nas pinturas de transformadores) é a resina chamada de poliuretânica. Trata-se de um sistema bi-componente em que o componente A é baseado em resina de poliéster ou resina acrílica e o componente B é o agente de cura à base de isocianato alifático. As tintas poliuretânicas são bastante resistentes à intempérie, sendo por isto indicadas para a pintura de acabamento em estruturas expostas ao ar livre. São compatíveis com *primer* epoxídico e resistem por muitos anos com pouca perda da cor e do brilho originais.

As tintas foram preparadas com a utilização de um dispersor da marca DISPERMAT N1, um reator encamisado com capacidade de 400 mL e um disco do tipo Cowles acoplado. Este equipamento tem a finalidade de realizar a dispersão do pigmento na resina polimérica.

Todas as tintas foram preparadas utilizando aproximadamente a mesma formulação básica, com resina, pigmento, aditivo e solventes. Os primeiros corpos de prova foram preparados para a realização de testes de refletividade UV, VIS, NIR (respectivamente ultravioleta, visível e infravermelho próximo), espessura do filme úmido e seco, aderência e emissividade. As tintas com os diferentes pigmentos foram aplicadas sobre placas de metal e de vidro, que foram previamente limpas com Xilol para a remoção dos resíduos de graxas nas placas de metal. As aplicações foram realizadas utilizando pincel.

#### 5. ANÁLISE EXPERIMENTAL

##### 5.1 Análise óptica

**Refletividade Espectral.** O ensaio de refletividade espectral mostra a refletividade monocromática das tintas para cada comprimento de onda dentro da banda de incidência da radiação solar. Na Fig. 2 aparece um resultado obtido para as três tintas analisadas neste trabalho, entre 400 nm e 1800 nm, em um espectrógrafo Varian Cary 5000 (ultravioleta, visível e infravermelho), equipado com uma esfera integradora DRA Labsphere 2500. A tinta branca reflete muito tanto na banda visível (até 780 nm) quanto no infravermelho próximo (após 780 nm). A tinta cinza-claro, padrão dos transformadores, reflete globalmente menos de 30% da radiação solar. A tinta salmão claro, obtida pela mistura de pigmentos da tinta branca com pigmentos refletores no infravermelho de cor marrom, apresentou um comportamento que sugeriu uma possibilidade alternativa ao branco.

**Emissividade.** Os ensaios de emissividade foram realizados com o uso de um emissômetro AE Devices & Services. Este dispositivo determina emitância térmica total, em comparação com os materiais padrões de alta e baixa emitância, segundo a norma ASTM 408. Todas as tintas comparadas tem emissividade similar variando entre 0,89 e 0,92.

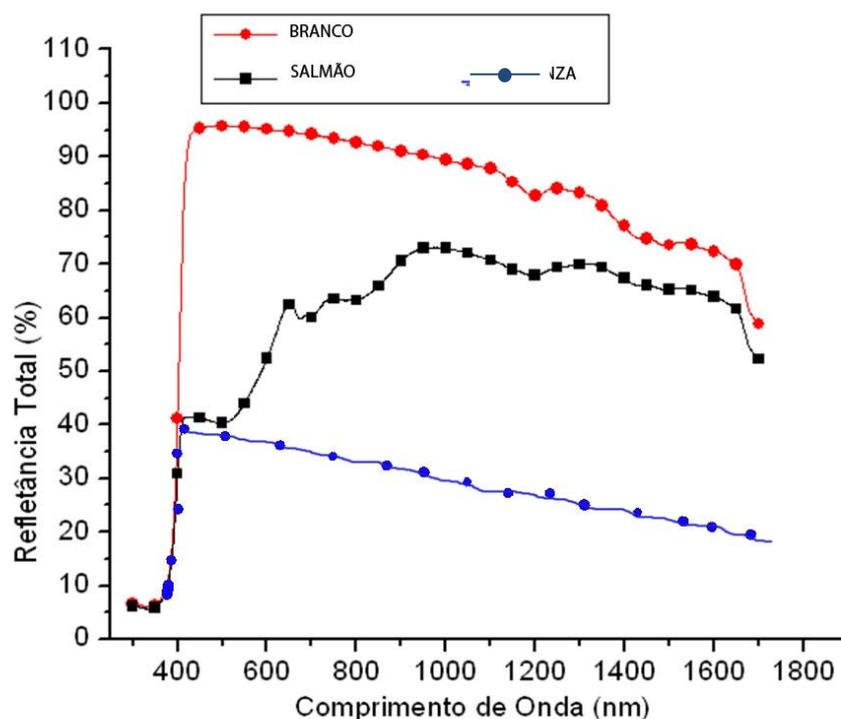


Figura 2 - Refletividade espectral das três tintas analisadas.

## 5.2 Análise Térmica

Para registrar experimentalmente a influência da refletividade de diferentes tintas no comportamento térmico dos transformadores foi preparada uma bancada. O objetivo do experimento é determinar qual é a potência média de aquecimento que irá produzir uma elevação de temperatura no óleo de cada transformador até alcançar um determinado limite estabelecido. Foram adquiridas caixas de transformadores de 15 kVA como apresenta a fotografia na Fig. 3. Cada caixa foi preparada com a inserção de um resistor de aquecimento de 1.800 W, uma estrutura de tubos de cobre fixando três resistores de platina PT100 para utilização com sensores de temperatura e óleo. Os PT100 foram associados em série e distribuídos de forma a medir uma temperatura média do óleo com uma única aquisição. Foram utilizados sensores classe A, com coeficiente de temperatura e resistência base garantida pelo fabricante.

O experimento foi realizado com supervisão de um microcomputador, com a função de analisar a temperatura média do óleo e acionar as contadoras. O computador foi programado para desativar as resistências de aquecimento no momento em que a temperatura do óleo do transformador correspondente atingisse a marca de 80 °C. Quando a temperatura retorna a valores inferiores a 80 °C, o computador ativa novamente a resistência. Esta operação é semelhante ao funcionamento de um termostato comum, porém com a vantagem de poder garantir exatamente a contabilidade do tempo em que a resistência elétrica esteve acionada, e assim registrar a energia entregue a cada um. Um sistema de aquisição de dados foi conectado ao mesmo computador e comandado pelo mesmo *software* de controle. Em cada varredura foram medidas as tensões e as correntes correspondentes a cada resistor de aquecimento. Com estes dados é possível fazer uma comparação segura dos efeitos dos revestimentos nos transformadores, uma vez que as demais condições são, dentro do possível, iguais para os três transformadores.

Inicialmente o ensaio foi realizado com as três caixas de transformador revestidas com a pintura cinza-claro Munsell N 6,5 exigida por especificação técnica para os transformadores da Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul, CEEE (CEEE-D, 2010). Este ensaio inicial teve o objetivo de identificar o grau de incerteza dos resultados deste método. Como as resistências elétricas utilizadas, apesar de serem do mesmo modelo e marca, não são exatamente iguais, além de terem sido alimentadas por fases diferentes, que também não tem exatamente a mesma tensão, as medidas com caixas de igual revestimento podem demonstrar quais valores de diferenças de potência devem ser absorvidas como incerteza dos resultados da medição.

Os ensaios foram realizados durante dias com céu limpo, entre janeiro e março de 2012, em Porto Alegre. As três caixas de transformador foram instaladas em iguais condições de insolação e com uma separação suficiente para que

não houvesse interferência significativa entre as mesmas, nem em projeção de sombras, nem em transferência de calor por radiação.



Figura 3 - Fotografia das caixas de transformador utilizadas.

A Fig. 4 mostra um exemplo dos resultados obtidos através do gráfico da evolução das temperaturas ao longo de 2 horas de ensaio, com temperatura ambiente de 38,9 °C e intensa radiação solar. Neste período as potências médias consumidas no aquecimento foram 461 W, 444 W e 466 W respectivamente para os transformadores 1, 2 e 3. As temperaturas do óleo em cada transformador no período foram muito parecidas, com média de 80,3 °C oscilando com amplitude menor do que 1 °C. Da análise destas medidas pode-se dizer que, para uma potência média de 457 W, as diferenças corresponderam a 2 % do valor. Ensaios como este foram realizados em diversos dias diferentes, sempre revelando diferenças menores que 2 %. Isto indica que o método de acompanhamento do comportamento dos transformadores tem uma incerteza da ordem de 2 % da potência.

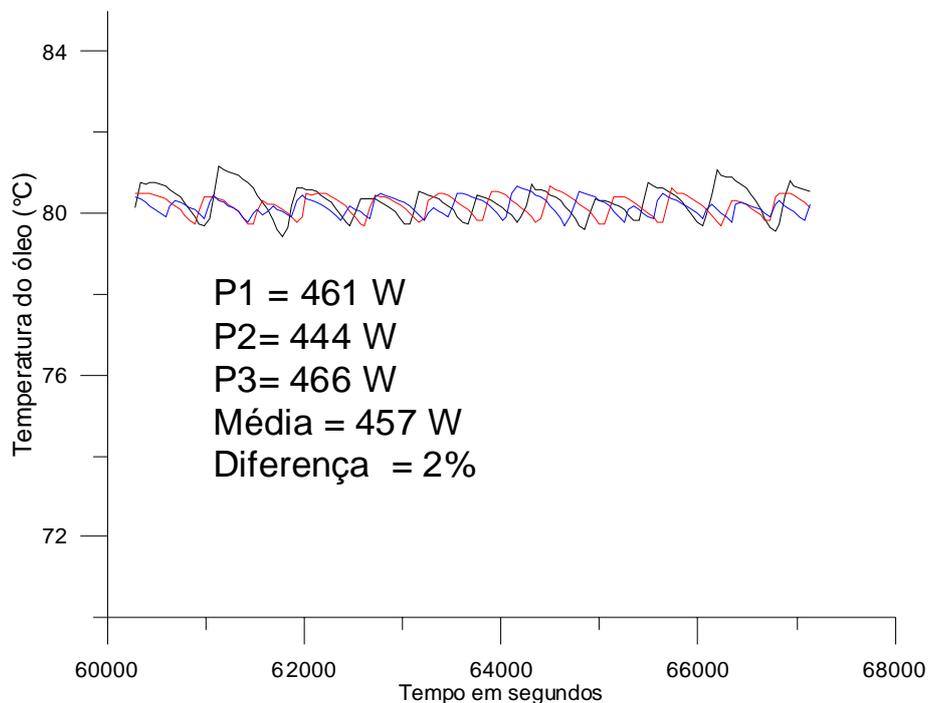


Figura 4 - Aferição da incerteza dos resultados no método utilizado: potências similares quando os três transformadores são pintados de cinza-claro.

A Fig. 5 mostra uma foto da disposição das caixas de transformadores instaladas sobre uma estrutura metálica no LABSOL. Os transformadores são identificados da direita para a esquerda com os números 1, 2 e 3. Nesta foto os transformadores 1 e 2 já foram pintados respectivamente com tinta da cor salmão-claro e da cor branca. O mesmo

procedimento foi então repetido, mantendo temperatura igual para os três transformadores e determinando a potência consumida para esta tarefa. Durante várias horas e em vários dias com sol intenso o comportamento foi similar.

Como exemplo de resultado apresenta-se a Fig. 6. Comprova-se que o comportamento da temperatura foi mais uma vez similar para os três transformadores, sendo controlado pelo sistema de medidas com temperatura média do óleo perto de 80 °C. Neste caso, porém, para manter esta temperatura, o transformador 1 (salmão) consumiu uma potência média de 557 W, o transformador 2 (branco) consumiu 552 W e o transformador 3 (cinza-claro) consumiu 465 W. Isto indica que os transformadores 1 e 2 poderiam ser sobrecarregados com respectivamente 18,5 % e 19,8 % a mais de potência para manter a mesma temperatura.



Figura 5 - Disposição das caixas de transformadores durante o experimento realizado.

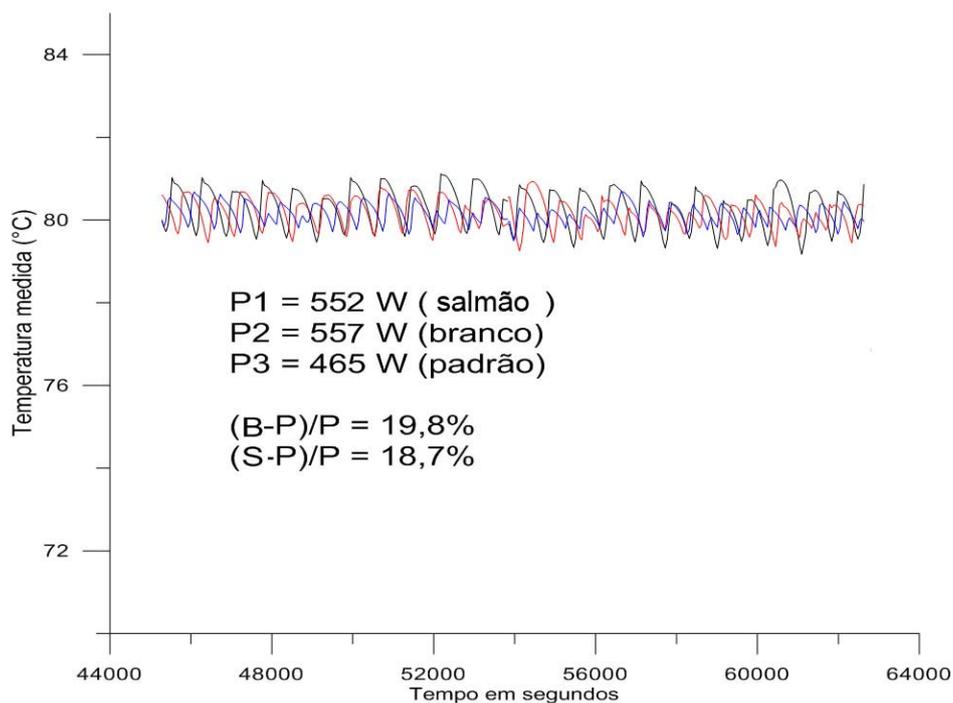


Figura 6 - Diferentes potências tiveram que ser aplicadas para manter os transformadores com revestimento salmão-claro ou branco na mesma temperatura do transformador com pintura padrão cinza-claro.

Uma outra abordagem experimental também foi realizada, inserindo continuamente uma potência fixa nos resistores de aquecimento e observando a evolução da temperatura. Em horários diurnos, com significativa insolação, percebe-se que o revestimento influencia na temperatura. A Fig. 7 ilustra a situação com uma termografia onde a tonalidade mais vermelha indica temperatura mais alta do revestimento do transformador 3 (cinza-claro). A Tab. 1 mostra valores obtidos para as temperaturas dos três transformadores durante 30 minutos centrados às 14 horas do dia 20 de março de 2012. As potências não são exatamente do mesmo valor porque os resistores de aquecimento não são exatamente iguais, como já foi citado. A principal observação é que o revestimento padrão cinza-claro, sob ação dos raios solares, produziu um aquecimento de 3,4 °C sobre o tanque com revestimento seletivo salmão-claro e 4,9 °C sobre o tanque com revestimento seletivo branco. A equivalência em potência de sobrecarregamento para estas diferenças de temperatura pode ser estimada pelo cálculo apresentado na seção 2 deste trabalho, mas depende da eficiência do transformador. Na Tab. 1 aparecem duas possibilidades, para transformadores com eficiências de 97 % e 98 % respectivamente. O percentual de sobrecarregamento indica quanta potência o transformador suportaria sobre a potência nominal (nas condições extremas de muito sol e pouco vento) ainda mantendo a mesma temperatura do óleo. Os resultados, consideradas as incertezas de estimativa, são totalmente coerentes com os resultados de diferencial de potência obtidos no experimento descrito anteriormente.

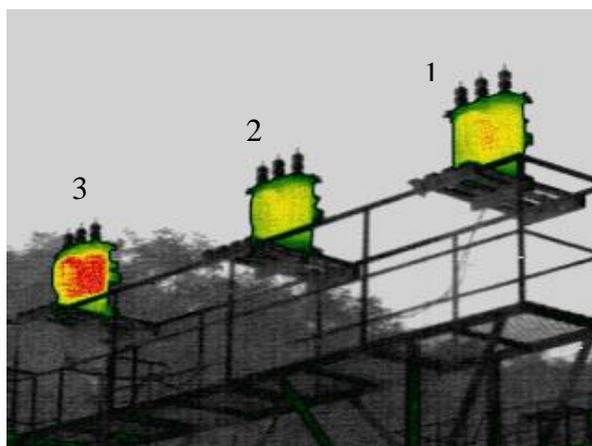


Figura 7 - Imagem termográfica dos três transformadores aquecidos com uma potência contínua e similar da ordem de 600 W. A tonalidade avermelhada do transformador cinza-claro indica maior temperatura. Os números identificam os transformadores referidos na Tab. 1.

Tabela 1 - Temperaturas de equilíbrio para o óleo nas caixas de três transformadores com revestimentos diferentes em condição de sol forte e pouco vento e sua equivalência em potência de sobrecarregamento.

Revestimento do transformador	1 - Pintura seletiva Cor salmão-claro	2 - Pintura seletiva Cor branca	3 - Pintura padrão Cor cinza-claro
Temperatura do óleo	80,1 °C	78,6 °C	83,5 °C
Potência dissipada para manter a temperatura	594 W	605 W	596 W
Diferença de temperatura em relação ao padrão	3,4 °C	4,9 °C	-
Sobrecarregamento para $\eta = 97\%$	12 %	17 %	-
Sobrecarregamento para $\eta = 98\%$	17 %	25 %	-
Dia 20 de março de 2012, temperatura ambiente 33,7 °C, 14 h Irradiância solar horizontal 930 W/m <sup>2</sup> , velocidade do vento < 1 m/s			

## 6. CONCLUSÕES

Foi realizada uma análise da influência da refletividade solar no revestimento dos tanques de transformadores de distribuição sobre o seu desempenho térmico. Trabalhos experimentais muito antigos já tinham registrado diferenças significativas, mas as conseqüências destas diferenças foram menosprezadas em uma época em que os transformadores trabalhavam com uma folga maior do que hoje. Os resultados mostraram que é possível aumentar o carregamento limite dos transformadores de distribuição, quando o mesmo coincide com o horário de alta insolação. Por outro lado as

pinturas seletivas podem ser utilizadas para que o óleo opere em temperaturas mais baixas, sem aumentar a potência utilizada nos transformadores, obtendo como resultado um prolongamento na sua vida útil. Para transformadores de distribuição de baixa potência, com arrefecimento natural, operando nas condições mais severas de alta temperatura ambiente, baixa velocidade de vento e alta irradiância solar, a potência limite de operação pode ser aumentada em até cerca de 20 % pela simples aplicação da pintura adequada no revestimento.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e do programa de P&D da CEEE-D/ANEEL.

### **REFERÊNCIAS**

- CEEE-D. Transformador de Distribuição, código ETD-00.001 - Especificação de Distribuição, Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul, 2010.
- Denver Office. Painting of Transformers and Circuit Breakers, Facilities Instructions, Standards, and Techniques, Volume 3-7, United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1991.
- Lee, R. H. The Effect of Color on Temperature of Electrical Enclosures Subject to Solar Radiation, IEEE Transactions in Industry Applications, vol. 1A-11, pp 646-653, Nov., 1975.
- Mak, J. Influência da Cor na Elevação na Temperatura nos Transformadores, publicação disponível em [www.buenomak.com.br](http://www.buenomak.com.br), acessado em 10/02/2012, 2012.
- Montsinger e Wetherill. Transactions of the American Institute of Electrical Engineers, (49)1, pp 41-50, 1930.

### **INFLUENCE OF SOLAR REFLECTIVITY OF THE COATING OF TRANSFORMERS IN THEIR THERMAL PERFORMANCE**

**Abstract.** *The distribution transformers have high efficiency, but the small percentage of losses is the main responsible for their internally generated heat. The distribution transformers installed outdoors have their temperatures increased also due to absorption of solar radiation. To test different coatings it was mounted an experimental comparison assembly for determining the equivalent power losses of the transformer to keep the oil at a predetermined temperature. This study shows that the use of selective coating with high reflectance of solar radiation and good emittance can produce a significant reduction in the transformer oil temperature, allowing increasing its power output and extending its useful life.*

**Key words:** Distribution Transformers, Transformers Temperature, Transformers Colors.