CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.163
ISBN 978-65-86819-05-2

COMBINAÇÃO DA TÉCNICA TERMOGRÁFICA E DA METODOLOGIA GDE/UNB PARA ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E SITUAÇÃO DE OAE'S

KLANOVICHS, FERNANDO
Estudante
Centro Universitário UDF
Brasília; Brasil
fernandohayne@gmail.com

CARVALHO, JOÃO VICTOR
Estudante
Centro Universitário UDF
Brasília; Brasil
joaovitorcm.07@gmail.com

RIOS, GUTEMBERG
Engenheiro Mecânico
Abemec-DF
Brasília; Brasil
abemec@abemec-df.org

LIMA, JORDYSON
Estudante
Centro Univeritário UDF
Brasília; Brasil
jordysonnunes@gmail.com

LIMA, HENRIQUE
Professor Msc.
Centro Universitário UDF
Brasília; Brasil
hjnery@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar as manifestações patológicas por técnicas termográficas realizadas no Viaduto Superior da Superquadra Norte 112/212 Brasília. Também como objetivo, busca-se correlacionar os resultados obtidos através da metodologia GDE/UnB com os resultados encontrados pela técnica termográfica. A termografia pode ser passiva ou ativa, neste trabalho adotou-se a técnica passiva, que pode ser definida como uma técnica que não possui estímulo artificial de energia, ou seja, só há absorção de energia do corpo por meio da incidência solar na estrutura. Outro ponto abordado neste trabalho é a importância da manutenção, pois os materiais e estruturas estão sempre em contato com o meio agressivo e não possuem vida útil ilimitada. Embasando-se nesta definição de limitação da durabilidade dos materiais, novas técnicas foram criadas para melhorar a capacidade de manutenção e fiscalização da situação das estruturas já construídas, uma delas é a metodologia GDE/UnB, que permite realizar quantitativamente o grau de deterioração da estrutura, para determinar uma nota que pode dizer a situação e o período em que deve acontecer uma nova inspeção ou manutenção. Os resultados encontrados por meio das inspeções termográficas foram considerados satisfatórios, os quais captaram por meio da diferença de temperatura e de forma qualitativa, problemas como, presença de umidade e infiltrações, que futuramente podem gerar problemas mais graves. Já a metodologia GDE/UnB comprovou as manifestações patológicas de forma quantitativa. Após a combinação das duas metodologias podemos chegar em resultados mais complexos, pois cada metodologia possui seu objetivo específico.
Palavras-chave: Termografia, durabilidade e manifestações patológicas.

ABSTRACT

This research want to analysis problems using thermograph techniques on the special artwork in the 112/212 North in Brasília, Brazil. In addition, another objective of this work, want to compare the results from the GDE/UnB methodology with the results from the thermograph techniques. The thermograph can be passive or active, in this research we used the passive technique, which can be defined as a technique that has no artificial energy simulation, only absorption of energy from the body through the solar incidence on the structure. Another point added on this work is the importance of maintenance, because the materials and structures are always in contact with the aggressive factors and for that, do not have unlimited durability. Based on this definition of durability, new techniques were created to improve the capacity of maintenance and inspection. One of them is the methodology GDE/Unb, that allows realize a quantitative analysis of deterioration of the building, to determinate the grade that can tell the situation and the period that the new inspection must made. The results from the thermograph inspection were considered satisfactory, which captured through the difference of temperature in a qualitatively way. Problems like infiltrations and presence of water on the middle of the building. These problems in the future will cause serious risks for the all building. In the other side, the methodology of GDE/Unb demonstrated the pathologies in a quantitative way. After the combination of bought methodologies, we could get complex results, because each methodology has your specific objective.
Keywords: Thermograph, durability and pathological manifestations.

ISBN 978-65-86819-05-2

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das várias categorias de engenharia civil, que é toda sobre a concepção, construção e manutenção do ambiente físico e naturalmente construído. A construção civil é a arte de construir desde estruturas mais simples a estruturas mais difíceis, que são denominadas Obras de Arte Especiais (OAE's).

A engenharia civil é a área mais antiga entre as engenharias. Desde o início da existência humana, tem sido o aspecto de vida. Um dos principais aspectos da construção civil é a engenharia estrutural. Isso ajuda a criar a estrutura de uma forma que é capaz de suportar a si mesma com sucesso juntamente com cargas resistindo. A estabilidade do projeto servirá como a base da construção civil.

Na sociedade de hoje, há grandes projetos voltados para a construção civil e de engenharia. Como exemplo de grandes projetos, podemos citar as Obras de arte especiais, cujo são estruturas que têm a finalidade de transpor obstáculos, tais como avenidas, vales, rios, entre outros. Quando construídas sobre cursos d`água, são denominadas pontes; sobre avenidas ou vales secos, viadutos. Essas construções estão submetidas às ações externas provenientes de cargas móveis de veículos, forças devido ao vento, ação das águas de rios que incidem nas mesoestruturas e infraestruturas, variações de temperatura, retração e fluência no caso do concreto. Além disso, estão construídas em ambientes sujeitos a diversos tipos de classes de agressividade, conforme é apresentado na ABNT NBR 6118:2014, desde as mais fracas até locais com agressividade muito forte. A degradação das estruturas das pontes e viadutos está vinculada a questões como: idade, uso à qual foi projetada, exposição ao meio onde está inserida e falta de atividades de manutenção. Estas últimas são definidas por meio de vistorias rotineiras e especiais, e têm a finalidade de conservar os aspectos estruturais, de durabilidade e funcionalidade das obras.

A partir da construção de edificações, surgiram estudos que buscavam entender os problemas que surgem nas edificações com o passar do tempo. Os estudos denominaram que o termo patologias, definiria os problemas apresentados nas edificações. A patologia da estrutura, demonstra a deteriorização ao passar dos anos da vida útil da estrtutura.

A fim de analisar os danos nas estruturas, surgiu-se a metodologia GDE/UnB, desenvolvida por Castro em 1994, que propoem uma avaliação quantitativa do desempenho da estrutura.
Já a termografia propoem uma avaliação qualitativa da estrutura, identificando diferença térmica e presença de umidade.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a situação da obra de arte especial por meio da identificação e quantificação de suas manifestações patológicas.
Como objetivos específicos tem-se:

- Inspecionar um viaduto localizado na 112 Norte, Asa Norte, Brasília.
- Aplicar a técnica termográfica com intuito de analisar presença de umidade e diferenças térmicas na estrutura.
- Aplicar a metodologia GDE/Unb para definir o grau de deteriorização da estrutura.
- Definir prazo de manutenção, visando a utilização da estrutura e segurança da população.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Obras de Arte Especiais (OAE's)

Pontes, viadutos, tuneis, são obras diferenciadas que recebem uma denominação de OAE's, esta diferenciação se dá pelo fato de sua função e comportamento quanto aos esforços. As OAE's são em geral obras com solicitações maiores ou mais específicas, e essas solicitações são distribuídas diferentemente. Os materiais, o método construtivo é totalmente diferente de uma construção de edificação normal, assim como o engenheiro construtor, que deve possuir experiência e competências para a construção desta tipologia especial de obra.

ISBN 978-65-86819-05-2

2.2 Durabilidade

Segundo a NBR ABNT 6118/2014 define durabilidade como sendo a capacidade da estrutura em resistir às influências previstas e definidas de forma integral entre o autor do projeto estrutural e o contratante, no início da etapa de elaboração do projeto.

De acordo com a NBR citada, as estruturas de concreto armado devem ser projetadas e construídas de modo que as condições ambientais previstas e o modo de utilização, conservem a segurança, estabilidade e sua aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil. (RIBEIRO *et al*., 2014)

Segundo Mesenguer, Cabré e Porteiro (2011), o concreto não deve somente apresentar características de um material resistente, mas, também, ser durável. Diante desta perspectiva, existem diversos elementos que porem afetar a durabilidade do concreto, dentre eles podemos destacar a presença de água, gases e cloretos.

2.3 Inspeção e Manutenção

Segundo o manual de inspeção de pontes do DNIT (2004), são 5 os tipos de inspeção realizados para as Obras de Arte:

- Inspeção Cadastral, realizada imediatamente após a conclusão da obra ou na ocorrência de uma alteração na configuração da obra (alargamentos, reforços, etc.). Esta inspeção conta com os dados coletados, a planta da estrutura e todos os informes construtivos disponíveis.

- Inspeção Rotineira, realizada em intervalos geralmente de 1 a 2 anos, destinada a detectar anomalias e/ou alterações de acordo com a Inspeção Cadastral ou com a Inspeção Rotineira anterior. Para esse tipo de inspeção não há a necessidade do uso de equipamentos especiais, sendo somente registrada por meio de fotos e de um caderno (ficha) de inspeção rotineira encontrado no Anexo T.

- Inspeção Especial, realizada em intervalos máximos de 5 anos ou sempre que julgado necessário em uma inspeção rotineira. Para esse tipo de inspeção também se usa o registro por fotos e o caderno de inspeção rotineira, com o acréscimo de um relatório caso seja necessário.

- Inspeção Extraordinária, realizada sem programação prévia, e somente quando ocorrem danos estruturais repentinos. -Inspeção Intermediária, realizada com o objetivo de monitorar uma anormalidade detectada (ou suspeitada) com as inspeções prévias.

- Inspeção Intermediária, realizada com o objetivo de monitorar uma anormalidade detectada (ou suspeitada) com as inspeções prévias.

A grande importância de haver manutenção, vem primeiramente, da capacidade de prevenir patologias, uma vez que forem detectadas. O gráfico da figura 1 abaixo demonstra a relação intensidade x falhas.

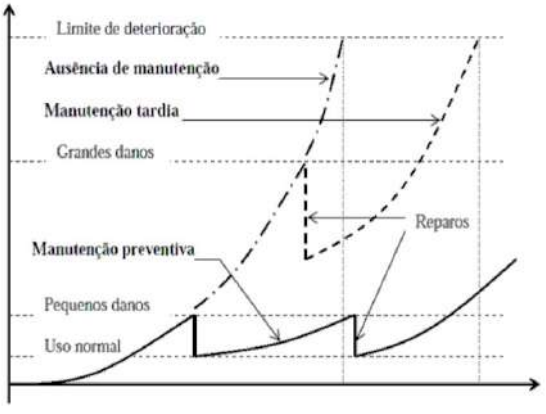

Figura 1 – Gráfico Intensidade x Falhas (Rushlow e Kermath, 1994)

ISBN 978-65-86819-05-2

3. METODOLOGIA

3.1 Metodologia GDE/UnB

Este item, será dedicado para a apresentação da metodologia GDE e a da técnica termográfica, que já foram abordados inicialmente.

O presente trabalho aplicou a metodologia GDE/Unb, baseada em uma formulação proposta por Fonseca (2007) para a aplicação em estruturas.A metodologia apresenta resumidamente as seguintes etapas para aplicação:

- Separação das Famílias
- Separação dos elementos das famílias
- Classificação do Fator de Ponderação
- Classificação do Fator de Intensidade
- Cálculo do Dano
- Cálculo do Grau de dano das famílias e dos elementos
- Cálculo do grau de dano da estrutura

A figura 2 abaixo apresenta por um esquema de blocos, o passo a passo para a aplicação da metodologia.

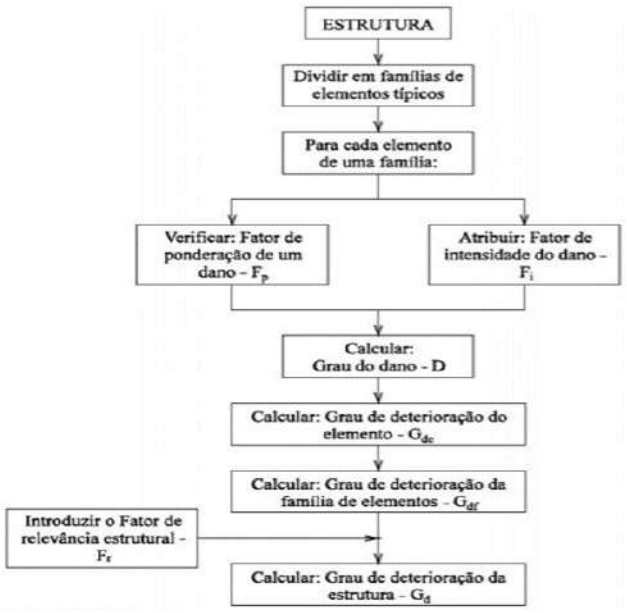

Figura 2 – Diagrama da metodologia GDE/Unb (Verly, 2015)

A partir da divisão dos elementos em famílias, os mesmos são agrupados de acordo com suas características estruturais. Os elementos das famílias são tratados de maneira igual, pois representam uma mesma família com mesma relevância estrutural. Um exemplo seria as cortinas de um viaduto, que sustentam a laje e recebem esforços de empuxo frequentemente. A aplicação dos Fatores de relevância seguiu o modelo proposto por Fonseca, a imagem abaixo ilustra os dados inseridos.

ISBN 978-65-86819-05-2

Elemento	F_r
Elementos de composição arquitetônica	1,0
Reservatório superior	2,0
Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação	3,0
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários	4,0
Vigas e pilares principais	5,0

Figura 3- Fatores de relevância estrutural (Verly, 2015)

Seguindo a linha de raciocínio proposta por Castro (1994) e depois por Fonseca, o Fator de Ponderação de Dano (Fp), tem o objetivo de quantificar a importância de um determinado dano no que se refere às condições gerais de segurança e funcionalidade dos elementos de uma determinada família. Isso permite com que o mesmo dano tenha valores diferentes em função da família. Os valores de Fp são preenchidos antes da inspeção, sendo que somente para o dano "fissuras", os valores são definidos após a identificação de qual tipo de fissura a estrutura apresenta. A figura abaixo apresenta alguns dos Fp's que foram adotados, e o modelo da planilha de preenchimento.

Nome do elemento →				
Tipo de elemento →	Pilares			
Local →	-			
Danos	F_p	F_i	**D**	**Croquis/Observações**
Carbonatação	3			
Cobrimento deficiente	3			
Contaminação por cloretos	4			
Corrosão de armaduras	5			
Danos por impacto	5			
Desagregação	3			
Desplacamento	3			
Desvio de geometria	4			
Eflorescência	2			
Falha de concretagem	3			
Fissuras	2 a 5*			
Manchas	3			
Recalque	5			
Sinais de esmagamento	5			
Umidade na base	3			

Figura 4 – Fp das manifestações patológicas em função da família "pilares" (Verly, 2015)

O fator de intensidade (Fi) do dano , não leva em consideração o elemento estrutural no qual o dano está inserido e varia de 4 a 0. O Fi tem como objetivo, quantificar a gravidade do problema ou a evolução do dano.
A pontuação dada pelo inspetor, pode ser bastante subjetiva e indivual, levando assim a metodologia a variar bastante. A partir de estudos e desenvolvimento do GDE/Unb, tabelas surgiram para deixar de forma mais detalhada a avaliação de cada manifestação. Segue abaixo a imagem 4 com alguns critérios específicos para aplicação da metodologia de forma correta.

ISBN 978-65-86819-05-2

Tipos de danos	F_i recomendado
Corrosão de armaduras	2 – manifestações leves, pequenas manchas; 3 – grandes manchas e/ou fissuras de corrosão; 4 – corrosão acentuada da armadura principal, com perda relevante de seção (> 20% do diâmetro).
Eflorescência	1 – início de manifestações; 2 – manchas de pequenas dimensões; 3 – manchas acentuadas, em grandes extensões; 4 – grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites).

Figura 5 – Critérios para avaliação dos danos (Verly, 2015)

Os valores do Fi crescem linearmente com a gravidade em que o dano se apresenta. A corrosão das armaduras, por exemplo, pode ser definida como grave a partir do seu nível 4, em que apresenta perda relevante da seção e exposição acentuada da armadura.

O Grau de Dano foi desenvolvido para quantificar o processo de deterioração da estrutura, podendo ser calculado por formulações teórias. Segua abaixo as formulações que calculam o D em função das variáveis já citadas anteriormente.

$$D = 0{,}8 \cdot F_i \cdot F_p \quad \text{para} \quad F_i \leq 2{,}0 \qquad \text{(Equação 1)}$$

$$D = (12 \cdot F_i - 28) \cdot F_p \quad \text{para} \quad F_i \geq 3{,}0 \qquad \text{(Equação 2)}$$

O grau de deterioração do elemento (Gde) é realizado após a obtenção dos danos, calculado por meio de uma equação proposta por Lopes (1998), fazendo com que o efeito de um dano atue diretamento nos outros danos.

$$G_{de} = D_{máx}\left[1 + \frac{\sum_{i=1}^{n} D_{(i)} - D_{máx}}{\sum_{i=1}^{n} D_{(i)}}\right] \qquad \text{(Equação 3)}$$

- Gde – Grau de deterioração do elemento
- Di- Grau do dano de índice “i”
- Dmáx- Maior Grau do dano encontrado
- N- Número de danos encontrados no elemento

A partir do cálculo do Gde dos elementos, é calculado o Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf). A fórmula abaixo demonstra como o cálculo é feito.

ISBN 978-65-86819-05-2

$$|G_{df} = G_{demáx}\left[\sqrt{1+\frac{\sum_{i=1}^{n} G_{de(i)} - G_{demáx}}{\sum_{i=1}^{n} G_{de(i)}}}\right] \quad \text{(Equação 4)}$$

- Gde, max- Maior grau de deterioração encontrado na família de elementos
- Gde,i-Graus de deterioração apresentados pelos eleentos da família (>=15)
- M- Número de elementos com Gde >= 15

O grau de deterioração da estrutura é definido em função dos valores de Gdf obtidos por cada família que compoem a estrutura, podenrado pelos fatores de relevância.

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^{k} F_{r(i)} \cdot G_{df(i)}}{\sum F_{r(i)}} \quad \text{(Equação 5)}$$

- K- Número de famílias da estrutura
- Fr,i- Fatores de relevância estrutural da família de ordem “i”
- Gdf,i Grau de deterioração da família de ordem “i”

Após a definição do valor de Gd, a estrutura pode ser definida em uma escala com indicação do seu nível de deterioração, conforme a figura 5 abaixo.

Nível de deterioração	G_d	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
Sofrível	80 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses).
Crítico	> 100	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

Figura 6 – Recomendações em função do nível de deterioração (Verly, 2015.)

3.2 Técnica termográfica

A termografia é uma técnica não destrutiva realizada para medir temperaturas ou observar os padrões de distribuição de calor a partir da radiação infravermelha. O objetivo é obter as informações relativas à condição operacional de uma estrutura no caso da construção civil, ou equipamento quando se trata de engenharia mecânica. A termografia pode ser ativa ou passiva, neste artigo utilizou-se a termografia passiva, pois não insere energia artifical, apenas aproveita a incidência solar da estrutura. O objetivo é gerar um diferencial térmico entre pontos específicos na estrutura, que provavelmente indicará presença de umidade.

ISBN 978-65-86819-05-2

As aplicações da técnica na construção civil vão desde a avaliação do desempenho da estrutura e do conforto térmico até a detecção de manifestações patológicas. O uso da TI ainda permite a identificação dos elementos estruturais de uma estrutura (vigas, pilares e etc). A aplicação da técnica tem como condicionante a incidencia solar que está diretamente ligada ao horário e posição do sol no momento da inspeção e captação das fotos térmicas. A partir da análise dessas variáveis, as inspeções foram realizadas durante o período matutino, por volta das 7 horas da manhã.

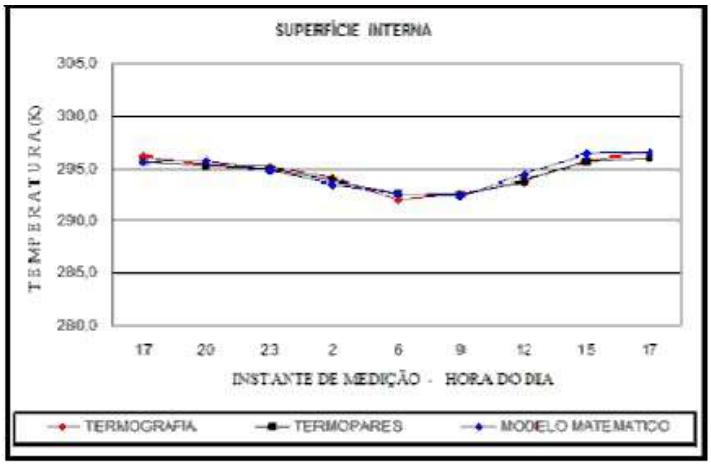

Figura 7 – Variação da temperatura em função do horário da inspeção (Cyrino, 2015)

3.3 Estudo de Caso

A estrutura analisada se situa na Asa norte, Superquadra Norte 112/212, é o terceiro viaduto, localizado exatamente na 112. O viaduto possui duas alas, duas cortinas, uma laje, uma pista de rolamento e dois guarda corpo.

4. RESULTADOS

O viaduto analisado como estudo de caso, foi divido em cinco famílias, as quais são: cortinas, laje, pista de rolamento, juntas de dilatação e guarda corpo. As tabelas 1 e 2 demonstram o dano (D) encontrado nas famílias mais relevantes da estrutura.

Tabela 1 – Fi Cortinas

Cortinas			
Danos	**F_P**	**F_I**	**G_D**
Carbonatação do concreto	3	2	4,8
Cobrimento deficiente	3	2	4,8
Contaminação por cloretos	4	0	0
Corrosão de armaduras	5	2	8
Desagregação	3	2	4,8
Desplacamento	3	2	4,8
Desvio de geometria	3	0	0
Eflorescência	2	2	3,2
Falha de concretagem	2	1	1,6
Fissuras	2	1	1,6
Manchas	3	2	4,8
Recalque	5	0	0
Sinais de esmagamento	5	0	0
Deslocamento por empuxo	5	3	40

ISBN 978-65-86819-05-2

Tabela 2- Fi Lajes

Lajes			
Danos	**F_P**	**F_I**	**G_D**
Carbonatação do concreto	3	3	24
Cobrimento deficiente	3	3	24
Contaminação por cloretos	3	0	0
Corrosão de armaduras	5	4	100
Desagregação	3	3	24
Desplacamento	3	3	24
Eflorescência	2	1	1,6
Falhas de concretagem	2	3	16
Fissuras	3	2	4,8
Flechas	5	1	4
Infiltração de água	3	2	4,8
Manchas	3	0	0

Os valores destacados em amarelo demonstram coeficientes adotados em função da análise por termografia, pois visualmente não é possível quantificar a intensidade da umidade/presença de água na família analisada. As cortinas apresentaram diversas patologias, porém o deslocamento por empuxo pode ser considerado, o mais agressivo. O deslocamento por empuxo e a presença de umidade nas cortinas podem ser identificados, a partir das imagens abaixo.

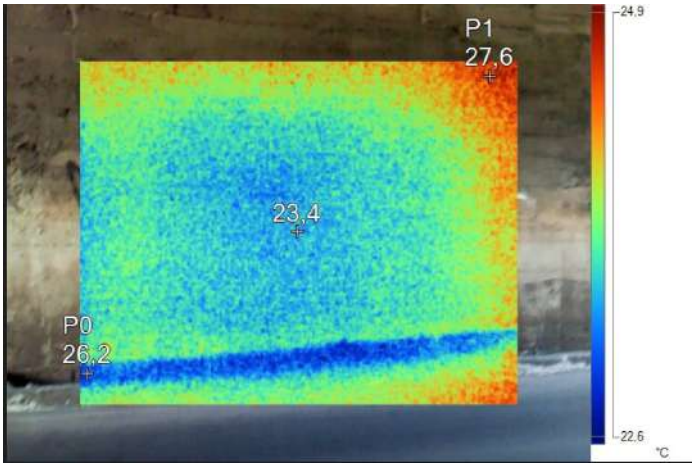

Figura 8– Termografia aplicada no local de deslocamento por empuxo



Figura 9– Comparação com a termográfica

A laje do viaduto apresentou como maior coeficiente agressor para a sua estrutura, a presença de uma enorme barra exposta, isso gerou um fator D de 100 unidades. A armadura estava completamente exposta e com grande redução de seção. O desplacamento também aumentou bastante o seu grau de deterioração. A presença de umidade/infiltração na laje, também foi outro fator que influenciou diretamente no seu nível de deterioração, e possivelmente causou o desplacamento/redução de seção. A termografia não pode ser captada na exposição da armadura, pois o início da laje recebia a insolação solar variado, influenciando diretamente nos parâmetros termográficos. As imagens abaixo demonstram a situação encontrada.

ISBN 978-65-86819-05-2

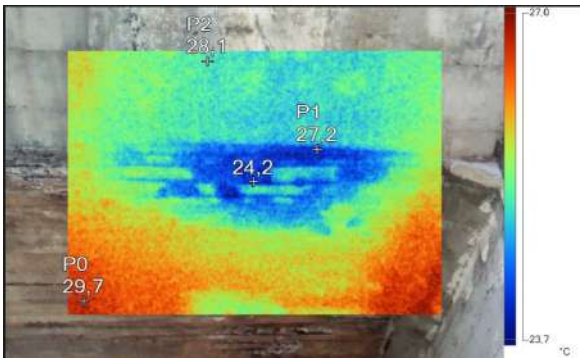

Figura 10- Termografia aplicada para captação de umidade



Figura 11- Visualização da área que apresenta umidade



Figura 12- Exposição da armadura frontal



Figura 13- Vão com figura exposta

As juntas de dilatação apresentaram um leve desgaste do material que é utilizado como preenchimento. A imagem agora demonstra a ausência de pingadeira, acarretando em presença de umidade e consequentemente o desgaste do material.



Figura 14- Ausência de preenchimento nas juntas de dilatação

ISBN 978-65-86819-05-2

Após todos fatores de intensidade adotados, realizou-se o cálculo do grau de deterioração das famílias e logo após o grau de deterioração da estrutura. A tabela abaixo demonstra o grau de deterioração da estrutura (Gde).

Tabela 3- Cálculo do Gde

Cálculo do Grau de Dano da Estrutura (Gde)						
Elementos	Dmáx	Gde	Gdf	Fr	Gdf*Fr	Gde
Cortinas	40	59,59	72,98	4	291,9391857	
Guarda Corpo	40	64,62	79,14	1	79,13736092	
Lajes	100	155,99	191,04	4	764,1718	**104,98**
Juntas de dilatação	40	49,23	60,30	2	120,5902643	
Pista de rolamento	3,2	3,20	3,92	1	3,919183588	

Após a determinação do Grau de deterioração da estrtura, a metodologia tem como resultado, indicar atitudes que devem ser tomadas em função do valor calculado no Gde. A tabela abaixo demonstra o resultado final e a atitude a ser tomada para segurança e reabilitação da estrutura.

Tabela 4- Resultado Final e Recomendação de Segurança

Situação da estrutura e recomendação			
Viaduto	Gde	Deterioração	Ações recomendadas
112 Norte	**104,98**	**Crítico**	**Inspeção especializada imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.). Planejar intervenção imediata**.

5. CONCLUSÃO

Após análise dos resultados, é possível concluir que a metodologia GDE/Unb é adequada para aplicação em obras de arte especial, assim como Verly e Fonseca já haviam concluido, porém alguns dos seus fatores de intensidade podem variar bastante a depender do engenheiro responsável pela inspeção. Se tratando de umidade, a metodologia pode variar em seu resultado final, mas de forma controlável. A técnica termográfica está em constante estudo e fase de aperfeiçoamento, principalmente para obras de tipologia OAE's. A combinação da termografia com a metodologia GDE/UnB, obteve coeficientes mais precisos, a estrutura recebeu uma inspeção mais detalhada, pois existem coeficientes que a técnica pode suprir as incertezas da metodologia GDE, como por exemplo, os itens que se referem a umidade e infiltração, já que pela técnica termográfica podemos ver o diferencial térmico e traçar um possível percurso d'agua, o que pode facilitar e acelerar o processo de identificação do problema e rapidez na reabilitação. O grau de deterioração com a combinação da termografia aumentou o Gde em aproximandamente 9%, pois os fatores de umidade e desgaste puderam ser contabilizados com mais segurança e confiança, o estado da estrutura sem a utilização do Gde poderia ser definido como sofrível, e após a combinação foi definido como crítico.

Não obstante, o custo e o prazo para diagnóstico, laudos e reformas, pode diminuir bastante caso a termografia seja aplicada de maneira correta, pois a maioria dos problemas estrutrais e estéticos estão ligados diretamente a ocorrência de infiltrações. Portanto, a combinação entre as técnicas se torna viável, tanto para vistoriar, quanto para monitorar as manifestações patológicas definidas anteriormente.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a ABEMEC pelo o convite para participar do programa TERMODAN, no qual foi possível obter as imagens termográficas, o Centro Universitário-UDF pelo o apoio financeiro para a participação neste congresso.

ISBN 978-65-86819-05-2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto-Procedimento.** Rio de Janeiro, RJ. 2014.

CASTRO, E. K., **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1994.

CORTIZO, Eduardo. **Avaliação da técnica de termografia infravermelho para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: Ênfase em edificações do patrimônio histórico.** Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2007.

CYRINO, Luis. **Termografia: Conceitos e aplicações.** 2015. Disponível em: < https://www.manutencaoemfoco.com.br/termografia-conceitos-e-aplicacoes>.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Implantação e Operação em Âmbito Nacional do Sistema de Gerenciamento de Pontes** – 3a Fase – Anexo I: Manual do Usuário. Brasília, DF, 2004.

FONSECA, R. P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção.** Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

GOMES, Marcos. XAVIER, Thássio. **Levantamento e cadastramento de patologias estruturais utilizando fotografias termográficas e drones na composição de banco geográficos.** Pesquisa de iniciação cientifica. Centro Universitário de Brasília UNICEUB. Brasília, DF. 2018.

VERLY, Rogério. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de artes especiais.** Dissertação de mestrado em estruturas e construção civil. Universidade de Brasília. Brasília, DF. 2015.