



Detecção de Patologias Estruturais através de Técnicas de Ensaios Não Destrutivos

CUNHA Laís Brilhante da, QUALHARINI Eduardo Linhares, MELLO Isabeth.

Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária-Ilha do Fundão, RJ, Brasil.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 02 Mar 2020

Revisão: 06 Mar 2020

Aprovação: 25 Mar 2020

Palavras-chave:

Patologias

Custos

Ensaios não destrutivos

Resumo:

O presente trabalho tem por objeto discutir métodos de investigação de patologias estruturais através de técnicas que não são muito utilizadas na indústria da construção civil no Brasil e que são pertencentes ao grupo de Ensaio não Destrutivos, porém permite analisar com precisão as falhas presentes na estrutura e sem quebra-la. Para fazer tal inspeção, estes mecanismos permitem poupar recursos, tempo, entre outras coisas mais. A principal finalidade é justamente poder mostrar as técnicas e explica-las de maneira simples para que todos, mesmo que não é da profissional da área possa entender. Estes ensaios são típicos ao âmbito da Engenharia Metalúrgica e de Materiais que imprescindivelmente faz uso destes experimentos para se avaliar a microestrutura de aço carbono, austenítico etc. A composição de cada um deles varia conforme a finalidade para o qual foi projeto. Por exemplo, o aço inoxidável HP é muito utilizado em tubos de fornos de reforma na produção de amônia para uma das etapas de refino do petróleo. Este material sofre condições extremas de funcionamento, tais como alta pressão, alta temperatura, reações químicas. Estes fenômenos fazem com que acelere sua vida útil, que gira em torno de 100.000 horas. Portanto, se é muito utilizado na Indústria Petrolífera, Indústria Naval, Mecânica, pode-se fazer também o uso na Indústria da Construção civil, pois assim aperfeiçoa e facilita de forma expressiva o processo como é realizado a detecção e tratamento das patologias estruturas e outro tipo também.

1. Introdução:

A cultura brasileira de baixa qualificação da mão de obra, ritmo de produção acelerado, falta de planejamento, erro de projeto e de execução, orçamento equivocado... São apenas os principais fatores que comprometem a qualidade e vida útil da edificação, acarretando em patologias nos elementos de sustentação. No decorrer do texto, mostra-se a comparação da manutenção preventiva e corretiva envolvendo

principalmente o custo financeiro. Cabe ressaltar que se gasta até cinco vezes mais como métodos de correção ao preventivo, este por sua vez poupa desgastes e outros fatores como o tempo, burocracia, conservação, prazos e outros.

Estudos mostram que a principal causa de patologias está associada à falta de cuidados pertinente ao uso do imóvel, assim como abandono e descaso. Nota-se que é insensata tal atitude, pois se torna desperdício de

investimento além de colocar a vidas das pessoas, ao entorno, em risco, pois pode acontecer de vir à ruína e tombar. Ademais, é possível citar que envolve maior quantidade de profissionais especializados em reparo, estudos para solucionar os problemas, demolir trechos, interdições, licenças perante aos órgãos competentes. Além disso, tem os fatores atmosféricos que contribui significativamente para a deterioração estrutural, a acidez da chuva que vai lixiviando o concreto e, por conseguinte a armação que entra em processo de corrosão, vento, altas temperaturas que levam a dilatação, intempéries, infiltração causados pelas ações naturais etc.

É notória a importância da inspeção periódica, porque possibilita a identificação, em estágio inicial, dos sinais apresentados e maior probabilidade de obter êxito ao aplicar as medidas corretivas. Não existe melhor alternativa do que ter um empreendimento bem planejado, executado, seguro, conforme as normas. A qualidade de vida dos que habitam naquele local é, sem dúvida, muito superior que qualquer outro.

É indubitável que a durabilidade se eleva devido à sempre renovar os insumos componentes do processo de estruturação e também a valorização da construção. Nos principais veículos de comunicação ressalta a economia em longo prazo, o reconhecimento ao valor que o mercado imobiliário dá para aquisições de propriedades preservadas ao longo do tempo. Diante disso, existem estudos acerca de técnicas, ainda pouco utilizada na construção civil, porém pode contribuir de maneira muito significativa na assertividade do problema patológico estrutural. Atualmente são mais empregadas para análise de temperatura, localização e dimensionamento de falhas, verificação do comportamento magnético do aço e o processo de corrosão em estruturas metálicas. Estas se denominam, Correntes Parasitas, Phased Array (que é uma variação do ultrassom convencional) e Termografia, sendo assim possibilita detectar, na região

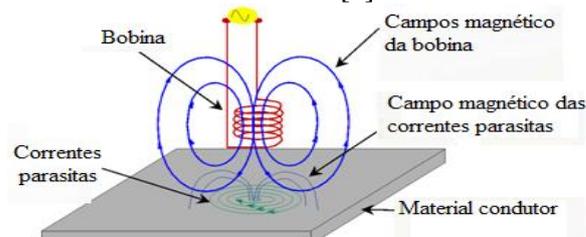
superficial ou abaixo dela, variação de temperatura em relação ao restante do objeto analisado, evidenciando uma possível presença de defeitos na região ou abaixo dela. Averiguando este indício, podendo-se chegar à localização e o dimensionamento do defeito. [1].

2. Desenvolvimento

2.1 Correntes Parasitas

O princípio da corrente parasita, de acordo com ARENAS [1], consiste em aplicar campo magnético em um material condutor para gerar correntes, fundamentado no conceito do eletromagnetismo. Quando há descontinuidade no material, condutor de eletricidade, há uma perturbação das correntes, sendo então detectado pelo aparelho. O equipamento utilizado, geralmente, é o OmniScan, com uma sonda tendo um núcleo de ferrite e 1000 voltas de fio de cobre. Estes dados podem variar de acordo com o material a ser inspecionado. Utiliza-se um bloco de caracterização, contendo oito materiais diferentes, sendo estes ferromagnéticos ou não magnéticos. O principal objetivo é analisar propriedades químicas, físicas e metalúrgicas dos materiais, detectar descontinuidade (trincas de fadiga) e alterações geométricas (corrosão, por exemplo), que pode ser obtido através do plano de impedância. Na construção civil, torna-se ideal para ser utilizados em estruturas metálicas, como vigas, pilares, parafusos ou qualquer outro elemento que seja composto de material condutor. A alteração de sinal pode evidenciar falhas no material.

Figura 1 - Esquema da geração de correntes parasitas usando uma bobina com corrente alternada [1]



De acordo com o site JC Net [4], estudantes da UNESP (Universidade Estadual

Paulista) criam métodos utilizando a técnica de correntes parasitas para inspecionar corpos de prova (amostras de concreto utilizadas em laboratório para se determinar a resistência do mesmo). Cabe ressaltar que o concreto tem um melhor desempenho para compressão, deixando a desejar no tocante a tração, então utilizam-se a armação para a perfeita trabalhabilidade entre tração e compressão. Diante disso, para fazer o monitoramento do aço, pode-se empregar esta técnica que é simples, barata, limpa, confiável e rápida. Não causa riscos ambientais nem ao operador.



Figura 2 – Inspeção com uma sonda por correntes parasitas em uma estrutura metálica [5]

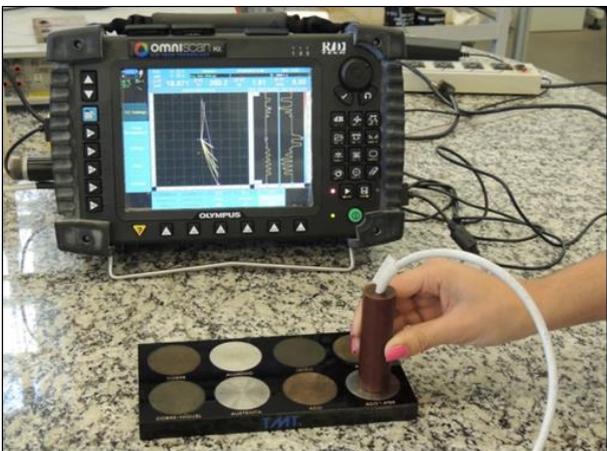


Figura 3 – Bloco de Caracterização de Materiais [1]

Antes de realizar o ensaio, faz-se a calibração do equipamento para ajustar ao tipo de material inspecionado e ter resultados mais precisos.

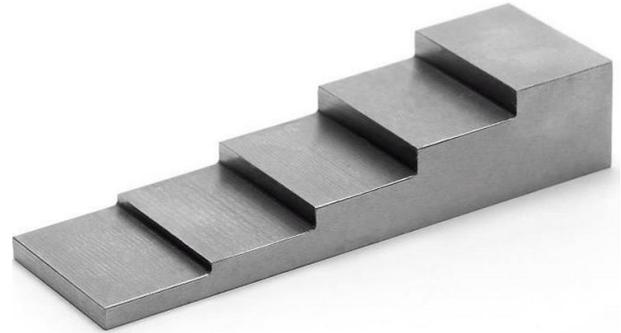


Figura 4 – Bloco de espessura [17]

Nesta perspectiva, é importante ressaltar que também é utilizado um bloco de espessura para caracterizar o tipo de material, tendo em vista que a permissividade e permeabilidade magnética muda conforme a característica de cada material, conforme orientação do fabricante abaixo. [17]

“Esses blocos são utilizados na área de medição de espessuras. Sem eles não é possível ajustar e garantir a confiabilidade e controlar a incerteza das medições. Existem diversos tipos de blocos escalonados e os mesmos devem ter, principalmente, o dimensional e a velocidade sônica conhecidas e comprovadas em laboratório conforme a norma ASTM E 494. Aço carbono, Inox e outros.”[17]

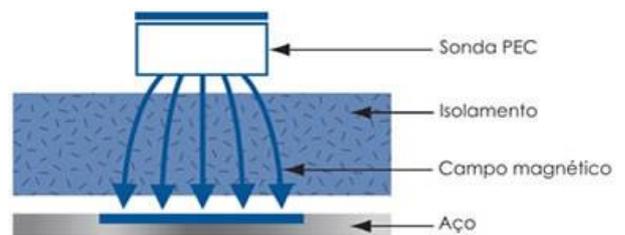


Figura 5 – Ilustração da aplicação de correntes parasitas [16]



Figura 6 – Imagem ilustrativa do Ensaio de Correntes Parasitas em um tubo metálico [16]

2.2 Phased Array

O embasamento teórico do ultrassom se emprega através de uma onda sônica aplicada em materiais condutores ou não e este sinal é captado de volta por meio de um transdutor acoplado ao equipamento. O tempo de duração para o som ir e voltar permite-se a determinação da profundidade do material. O objetivo é detectar falhas internas, sub-superficiais e superficiais. O feixe sônico, analisado por um operador em sua estrutura, permite-se obter a presença, a localização e o dimensionamento do defeito, bem como determinar as características do material. [2].



Figura 7 – Imagem de uma inspeção em tubos utilizando o conceito de ultrassom [6]

É importante comentar que o Phased Array é uma variação do ultrassom convencional, permitindo assim alcançar objetos de diferentes formatos geométricos.



Figura 8 - Omni Scan da fabricante Olympus [6]

Para a construção civil, pode-se ter como o exemplo o caso do viaduto de São Paulo, na Marginal Pinheiros, que veio a ceder, de acordo com o Portal R7. Foi feito o método denominado de macaqueamento, que foi o levantamento do viaduto. Para se verificar o estado interior da estrutura ou se existia descontinuidade foi necessário fazer uso da técnica de Ultrassom.



Figura 9 – Foto do viaduto no estado de São Paulo após o levantamento [7]

2.3 Termografia

Diante do exposto, é conveniente comentar acerca dos procedimentos para aquisição do termograma ou imagem também denominada de imagem termográfica, que é um mapa de cor obtido através de uma câmera termográfica no objeto a ser inspecionado através de um sensor infravermelho presente no equipamento. É necessário, primeiramente, excitar a superfície, que pode ser realizado com sopradores térmicos, lâmpadas de alta potência ou qualquer outro meio que possa conduzir temperatura indiretamente [3], para que assim possa ser feita a análise. A aferição

da temperatura é feita através da interação entre os átomos existentes na composição do material estudado [3]. Como foi mencionada anteriormente, a gradiente de temperatura evidencia uma eventual anormalidade no processo. A aquisição é feita através de um computador, sendo possível observar as imagens de fase também conhecidas como Transformada de Fourier [3]. Ademais, quando um material não resistir a certo tempo de exposição à temperatura necessária para inspeção, pode-se fazer o método Lock-in, ou fase pulsada, que de modo superficial, pode se considerar pequenos intervalos ao transferir temperatura ao objeto. [1]

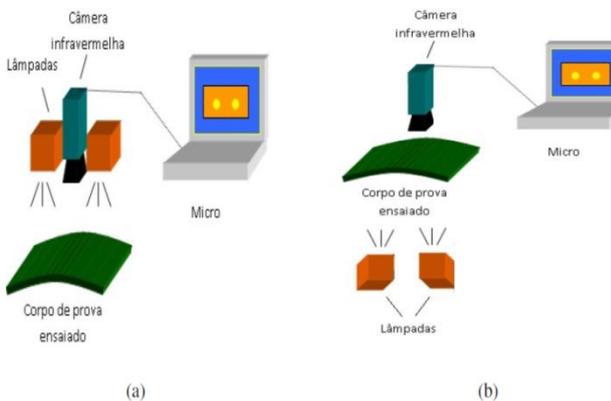


Figura 10 - Esquema representativo de posicionamento do excitador térmico em relação ao corpo de prova (a) modo de reflexão e (b) modo de transmissão [3]

Na aplicação da construção civil, este mecanismo permite localizar imperfeições em uma camada inferior. Para um melhor entendimento, segue a imagem abaixo para ilustração.



Figura 11 - Termograma da fachada de um edifício [8]

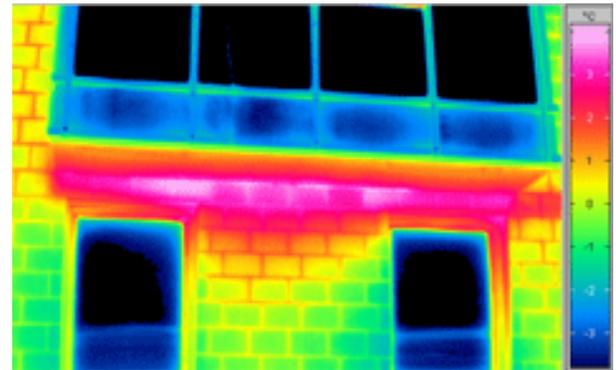


Figura 12 – Termograma da frente de um imóvel [9]

3. Custos

É de extrema relevância comparar os benefícios deste aparelho, aliado a diversos segmentos de indústria, com o método convencional utilizado na construção civil. Gastam-se muito mais recursos para resolução de algum problema, já com o novo dispositivo permite respostas instantâneas.

Na elaboração deste artigo, foi feita uma pesquisa virtualmente para saber os valores, em média, para adquirir este equipamento. E, de acordo com o site mercado livre, que é popularmente utilizado, encontra-se pelo preço em torno de R\$ 35.000,00, o que pode ser caro para uma pessoa física. Diferentemente para uma pessoa jurídica (a depender do porte da empresa), que pode ter retorno significativo em longo prazo.

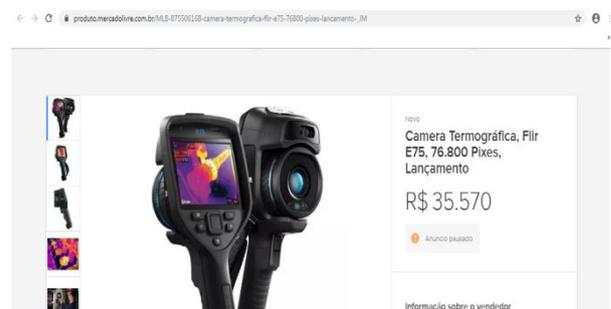


Figura 13 – Anúncio de venda de uma câmera termográfica [10]

Foi visto que nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo se

concentram maior número de empresas especialistas que oferecem serviços nesta área, nota-se, então que é uma forte tendência para mercado que atende aos fornecedores, compradores e construtores de empreendimentos.

O Detector, exemplificado abaixo, pode ser utilizado tanto no ensaio de correntes parasitas como no Phased Array. Para o primeiro, o aparelho deve estar acoplado à sonda magnética, e no segundo, o transdutor correspondente.

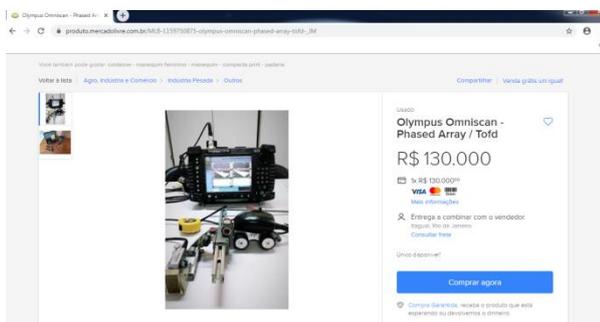


Figura 14 – Imagem do anúncio de venda do Detector utilizada nas técnicas de Ultrassom e Corrente Parasita [14]

NOTA: A pesquisa de mercado realizada na elaboração deste artigo visa ter uma ideia de valores. É importante esclarecer que os modelos de equipamentos e os preços podem variar de acordo com a especificidade de cada caso/situação.

4. Utilização na Detecção de Patologia

A corrosão é um problema bem preocupante e abrangente. Ela atinge áreas como a medicina (materiais biomédicos), odontologia, metalurgia, construção e outras [3]. Existe uma grande variabilidade de estudos sobre os seus efeitos e também como aumentar sua vida útil. Porém, que se sabe é que por mais que consigam aumentar seu tempo de operação, uma hora chegará ao fim e apresentará sinais de seu esgotamento. O Ferro – Fe, principal componente na matriz do aço, faz “esforço” para voltar às suas

origens. Diante disso, cabe ressaltar que se pode fazer o monitoramento e inspeção do comportamento tanto da corrosão quanto do material empregado para atuar como anodo de sacrifício ou revestimento para atenuar seus efeitos.

4.1 Outras aplicações da Termografia:

Nos equipamentos e instalações elétricas

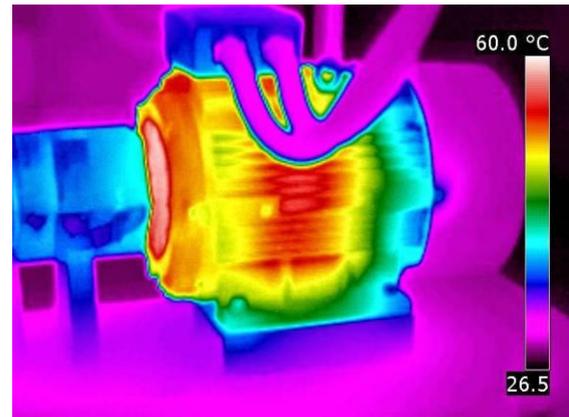
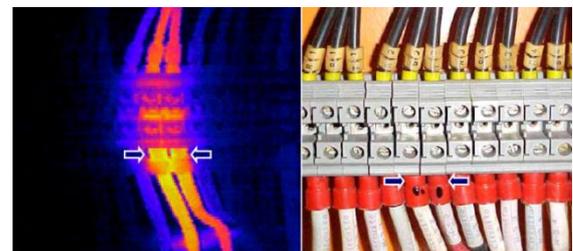


Figura 15 – Termograma de um motor-bomba [11]



Inspeção Termográfica

Figura 16 – Termograma da interação de anilhas e cabos elétricos [13]

Nas instalações hidráulicas:

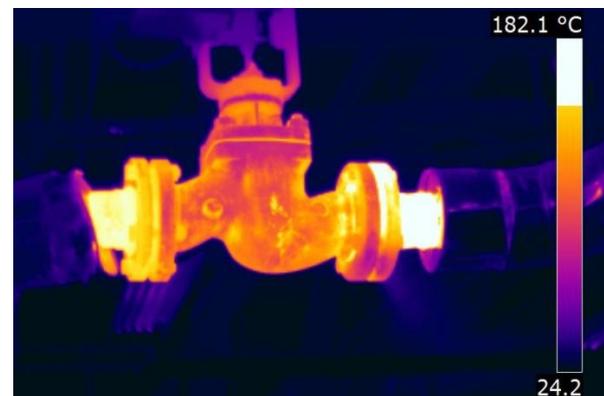


Figura 7 – Termograma de conexões hidráulicas [12]

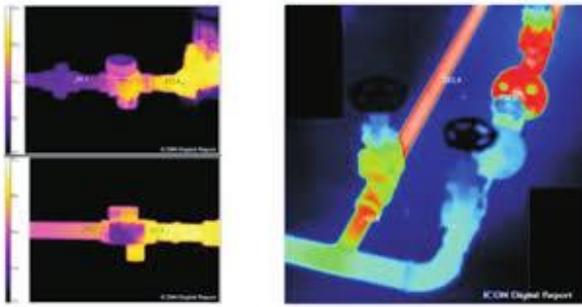


Figura 18 – Termograma de registros e tubulações hidráulicas [15]

Nota-se que este mecanismo pode empregado diversas aplicação, não somente para patologias, mas também na verificação de algum vazamento em instalações hidráulicas ou até mesmo em superaquecimento em componentes elétricos.

5. Ressalva

É de extrema relevância esclarecer que o uso da termografia deve ser de forma consciente e para fins profissionais, tendo em vista que esta ferramenta é também utilizada em estratégias de guerra e operações sigilosas. Pessoas mal intencionadas podem beneficiar-se dos atributos que ela oferece. Como, por exemplo, em uma conceituada universidade no Rio de Janeiro, foi imprescindível solicitar permissão ao governo americano (país oriundo da fabricação da mesma) para fazer uso da máquina e comprovar que a finalidade era para trabalhos científicos e acadêmicos, sendo então guardado por sistemas especiais de segurança.

Aplicabilidade:

Técnicas:	Tipos de materiais:	Finalidade:
Correntes Parasitas	Condutores de eletricidade	Descontinuidade no material, falha, resposta magnética e características físico-químicas.
Phased Array	Condutores ou não	Verificar o estado no interior da estrutura,

		localização e dimensionamento do defeito.
Termografia	Condutores ou não	Análise estrutural através do gradiente de temperatura causado por alguma imperfeição, utiliza do também em tubulações hidráulicas e componentes elétricos.

6. Conclusão:

Torna-se evidente, portanto, que as técnicas aqui mencionadas são capazes de detectar com maior eficiência. É plausível incorpora-las na Indústria da Construção Civil para que todo o processo de detecção de patologias torne-se mais rápidos e assertivos. É perfeitamente entendível que se aplica a diversos setores e diversas finalidades. O custo inicial é compensado no decorrer do tempo, pois estas ferramentas poupam tempo, recursos podendo assim maior agilidade frente às demandas de serviço. É possível fazer todo o levantamento da patologia e se programar para o reparo conciso e bem planejado financeiramente e cronograma Logo, posterga-se a vida útil do imóvel e permite maior valorização do mesmo, sem maiores preocupações ou acontecimentos indesejados.

7. Referências Bibliográficas

- [1] CORREA, Mónica Patrícia Arenas. Caracterização por ensaios magnéticos não destrutivos de aços HP provenientes de fornos de reforma/ Mónica Patrícia Arenas Correa. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.
- [2] ALMEIDA, Priscila Duarte. Aplicação da técnica phased array na inspeção de juntas de tubulações em material

- polimérico reforçado por fibra de vidro /– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016.
- [3] GROSSO, Marcella. Análise de Defeitos de Corrosão em Aços Revestidos por Materiais Compósitos Rio de Janeiro:UFRJ / Escola Politécnica, 2011.
- [4] UNESP cria método para avaliar concreto. JCNet, Bauru – SP, 31 de agosto de 2010. Disponível em: https://www.jcnet.com.br/editorias_noticias.php?codigo=190573&ano=2010. Acesso em: 20 /02/2019.
- [5] Sondas para Correntes Parasitas: modelos e aplicações. Belo Horizonte – MG, 07 de Julho de 2014. Disponível em: <https://bcend.com.br/sondas-para-correntes-parasitas-modelos-e-aplicacoes/>. Acesso em 20 /02/2019.
- [6] Substituição da Radiografia por Ultrassom Phased Array. Woerd Avenue Waltham, MA, 02453, USA. Disponível em: <https://www.olympus-ims.com/pt/phased-array-ultrasound-as-a-replacement-for-radiography/>. Acesso em 20 /02/2019.
- [7] NEVES, Márcio. Vídeo mostra detalhes de processo para reerguer viaduto em SP. São Paulo, 10 de dezemdro de 2018. Disponível em: <https://noticias.r7.com/sao-paulo/video-mostra-detalhes-de-processo-para-erguer-viaduto-em-sp-10122018>. Acesso em 20 /02/2019.
- [8] Termografia infravermelha diagnóstico - Imagem em Alta Resolução. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/foto/termografia-infravermelha-diagn%C3%B3stico-gm174988215-23302458>. Acesso em 20 /02/2019.
- [9] Termografia na Peritagem de edifícios. Disponível em: <http://www.peritagemdeedificios.com/termografia.html>. Acesso em: 20 /02/2019.
- [10] https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-875506168-camera-termografica-flir-e75-76800-pixes-lancamento-_JM
- [11] Empresa de Inspeção Termográfica em São Paulo. Disponível em: <http://www.tecnodaher.com.br/empresa-inspecao-termografica-sp.php>. Acesso em 20 /02/2019.
- [12] ANDRES, Geison. Termografia, tecnologia inteligente. Disponível em: <http://termomax.blogspot.com/>. Acesso em 20 /02/2019.
- [13] Inspeções Termográficas em Instalações Elétricas. Disponível em: <http://alemetec.blogspot.com/2016/01/elettrica-inspecao-termografica.html>. Acesso em 20 /02/2019.
- [14] https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1159750875-olympus-omniscan-phased-array-tofd-_JM. Acesso em 20 /02/2019.
- [15] Disponível em: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTKIB74zhxHouMHj2h1KBWR4hB9DqwoJ9r2LYQynQbk16oebPCmWw>. Acesso em 20 /02/2019.
- [16] Mistras South America, Descrição do Método, São Paulo. Disponível em: <http://www.pasa.com.br/2016/pec.asp>. Acesso em 20 /02/2019.