



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ HENRIQUE NOGUEIRA RIBEIRO JÚNIOR

**USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA DE
INSPEÇÃO PREDIAL ESPECIALIZADA:** análise das manifestações patológicas na
fachada de um edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão

São Luís

2021

JOSÉ HENRIQUE NOGUEIRA RIBEIRO JÚNIOR

**USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA DE
INSPEÇÃO PREDIAL ESPECIALIZADA:** análise das manifestações patológicas na
fachada de um edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Yuri A. Frazão

São Luís

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Ribeiro Júnior, José Henrique Nogueira

Uso da termografia infravermelha como ferramenta de inspeção predial especializada: análise das manifestações patológicas na fachada de um edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão. / Rômulo Silva Matos. __ São Luís, 2021.

83 f.

Orientador: Prof. Esp. Yuri A. Frazão.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Termografia infravermelha. 2. Patologias. 3. Fachadas prediais. 4. Construção civil. I. Título.

CDU 69.058/.059(812.1)

**USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA DE
INSPEÇÃO PREDIAL ESPECIALIZADA:** análise das manifestações patológicas na
fachada de um edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia Civil do Centro
Universitário Unidade de Ensino Superior Dom
Bosco – UNDB, como requisito para a obtenção
do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 24 / 06 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Yuri A. Frazão (Orientador)

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Prof. Esp. Rafael Carvalhedo Lima

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Prof. Esp. Rogério José Belfort Freire

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus pela minha vida, e por ter me permitido lutar e ultrapassar todos os obstáculos encontrado durante a minha carreira acadêmica e na realização deste trabalho. Sem ele nada seria possível!

Aos meus pais, em especial a minha mãe Lindamar Pinto Ribeiro pela educação, por me apoiar nos momentos difíceis, achando sempre uma maneira de suprir qualquer dificuldade, sempre sendo o meu porto seguro. A ela, todo meu amor!

Aos meus irmãos Jefferson, Joubert e Luana que sempre me incentivam e juntamente com a minha mãe me apoiam no que for preciso. A eles, toda consideração!

A minha cunhada Mayara que sempre ajudou não deixando minha afilhada Ana Júlia e Rian fazerem zoadas enquanto eu estudava.

A minha namorada Ligia que com todo seu amor e sua infinita paciência, acha uma palavra para me confortar e superar todas as estresses e crises de ansiedade.

Ao meu orientador, o Prof. Esp. Yuri Frazão, por ter me guiado, incentivado e ter tido paciência comigo durante esse estudo. A ele, todo meu respeito e consideração!

A minha amiga Ayla Moura, por ter sido uma pessoa de extrema importância, pois sem ela eu não estaria concluindo meus estudos. A ela, todo meu respeito, consideração, admiração e apoio!

Por último e não menos importante, quero agradecer ao Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB e a todos os que contribuíram de alguma forma para minha formação.

*“Dificuldades preparam pessoas comuns
para destinos extraordinários”.*

Oscar Niemeyer

RESUMO

Em todo o Brasil, têm-se evidenciado uma grande incidência de casos de destacamento de placas, principalmente nas fachadas prediais. Várias cidades e estados estão tomando medidas com o objetivo de minimizar esses problemas, como a elaboração de leis que obrigam o serviço de inspeções prediais com a emissão de certificados de inspeção predial por exemplo. Mas, os processos utilizados para realizar essas inspeções, muitas vezes são complicados e requerem investimentos altos e demanda tempo. Com isso, a busca por métodos inovadores que reúnam agilidade de execução, flexibilidade e custo baixo se tornam cada vez mais desejados dentro da construção civil. Assim, este trabalho tem como objetivo mostrar através do estudo teórico e também da análise prática, a eficiência na utilização da termografia infravermelha como um método não destrutivo para detectar patologias em fachadas prediais e não somente o destacamento das placas. A termografia, utilizando a sua variação térmica, oferece informações necessárias para que os resultados das análises sejam feitos com mais rapidez e contribuição no custo do serviço como um todo. O estudo prático deste trabalho foi realizado em um edifício na cidade de São Luís do Maranhão, na qual teve por objetivo identificar as patologias existentes no local, como também analisar as ações do meio ambiente, bem como os materiais que reagem às circunstâncias do meio e das patologias encontradas. Com isso, pode-se concluir que a termografia infravermelha não é somente útil para identificação de patologias ocultas, como também se mostrou eficaz para confirmação de patologias visíveis através das diferenças térmicas, além de mostrar uma visão de uma possível implementação desse tipo de linha de pesquisa, incentivando cada vez mais o uso da termografia como engenharia diagnóstica.

Palavras-chave: Engenharia Diagnóstica. Termografia infravermelha. Patologia em fachada.

ABSTRACT

Throughout Brazil, there has been a high incidence of cases of detachment of plaques, especially on building facades. Several cities and states are taking measures in order to minimize these problems, such as the drafting of laws that oblige the building inspection service to issue building inspection certificates, for example. But the processes used to carry out these inspections are often complicated and require high investments and time-consuming. As a result, the search for innovative methods that combine execution agility, flexibility and low cost are becoming more and more desirable within civil construction. Thus, this work aims to show, through theoretical study and practical analysis, the efficiency of using infrared thermography as a non-destructive method to detect pathologies in building facades and not only the detachment of the plates. Thermography, using its thermal variation, provides information necessary for the analysis results to be made faster and contribute to the cost of the service as a whole. The practical study of this work was carried out in a building in the city of São Luís do Maranhão, in which the objective was to identify the existing pathologies in the place, as well as to analyze the actions of the environment, as well as the materials that react to the circumstances of the environment and of the pathologies found. Thus, it can be concluded that infrared thermography is not only useful for the identification of hidden pathologies, but also proved to be effective for confirming visible pathologies through thermal differences, in addition to showing a vision of a possible implementation of this type of line of research, increasingly encouraging the use of thermography as a diagnostic engineering.

Key words: Diagnostic Engineering. Infrared thermography. Pathology in facade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo conceitual de desempenho.	23
Figura 2 – Desempenho ao longo do tempo.	25
Figura 3 – Origem das patologias em argamassas de revestimento.	26
Figura 4 – Fissuras geométricas.	28
Figura 5 – Fissuras mapeadas.	29
Figura 6 – Descolamento da pintura.	30
Figura 7 – Destacamento cerâmico em revestimento de fachada.	31
Figura 8 – Eflorescência em Revestimento cerâmico.	31
Figura 9 – Distribuição da incidência dos acidentes prediais por tipo de origem.	33
Figura 10 – Diagrama, adaptado, de um sistema típico de sistema de inspeção infravermelha.	38
Figura 11 – Configurações do termômetro de radiação infravermelha.	39
Figura 12 – Termograma (A) e imagem digital (B) da fachada do Conjunto dos Mercedários em Belém do Pará.	39
Figura 13 – Técnica de termografia passiva.	41
Figura 14 – Variação da emissividade: (1) Níquel; (2) Tungstênio; (3) Platina.	43
Figura 15 – Variação da emissividade x temperatura de não-metals.	43
Figura 16 – Variação da emissividade para ângulo de observação não metais.	44
Figura 17 – Variação da emissividade para ângulo de observação em metais.	45
Figura 18 – Emissividade espectral dos metais.	45
Figura 19 – Emissividade espectral dos não metais.	46
Figura 20 – Efeitos que intervém na medição da radiação infravermelha.	47
Figura 21 – Termografia em fachada de edifícios.	49
Figura 22 – Mapa de Localização da área de estudo.	51
Figura 23 – Edifício do Condomínio Dom Luís I-II (fachada frontal).	51
Figura 24 – Rosa dos ventos da região do Bairro Renascença.	52
Figura 25 – Influência do vento na direção das chuvas e exposição a fachada.	53
Figura 26 – Carta solar do bairro renascença.	54
Figura 27 – Câmera Termográfica FLIR E8.	56
Figura 28 – Anemômetro digital MDA-01 minipa.	56
Figura 29 – Medidor de temperatura e umidade do ar FLUKE-971.	57

Figura 30 – Termografia em Revestimento Cerâmico no horário das 07h00min horas	60
Figura 31 – Termografia em Revestimento Cerâmico no horário das 14h00min horas.	61
Figura 32 – Termografia em Revestimento Cerâmico no horário das 17h00min horas.	61
Figura 33 – Termografia em revestimento argamassado e cerâmico.....	62
Figura 34 – Termografia em parte mediana da fachada.....	64
Figura 35 – Termografia em parte inferior da fachada.....	65
Figura 36 – Termografia no canto inferior da fachada lateral.	66
Figura 37 – Termografia na fachada frontal.....	66
Figura 38 – Termografia no revestimento argamassado da fachada frontal.....	67
Figura 39 – Condições de assentamento da placa cerâmica.	68
Figura 40 – Representação gráfica dos danos no edifício Dom Luís	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista de municípios com legislação instituindo inspeção predial	34
Quadro 2 – Técnica ativa.....	40
Quadro 3 – Data e condições ambientais da execução.....	55
Quadro 4 – Medição da Velocidade do Vento.	58
Quadro 5 – Medida de Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar.....	59

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação (I) - Potencial Total	42
-------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIP	Certificado de Inspeção Predial
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
LTIP	Laudo Técnico de Inspeção Predial
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Problemática	17
1.2 Hipóteses	18
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Geral.....	18
1.3.2 Específicos	18
1.4 Justificativa	19
1.5 Síntese Metodológica	19
2 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES	21
2.1 Desempenho e Vida Útil	22
2.2 Manifestações patológicas em sistema de revestimento cerâmico de fachada aderido com argamassa colante	24
3 INSPEÇÃO PREDIAL	33
3.1 Preceitos legais	34
3.2 Níveis de inspeção predial	35
4 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA	37
4.1 Técnicas de Termografia	40
4.2 Fatores que influenciam a medição termográfica	41
4.2.1 Emissividade dos materiais	42
4.2.2 Refletividade dos materiais	46
4.3 Aplicação da termografia em edifícios	47
5 METODOLOGIA	50
5.1 Tipo de pesquisa	50
5.2 Localização Geográfica do Estudo	50
5.2.1 Variações ambientais	52
5.2.2 Chuva dirigida e durabilidade da fachada	53
5.2.3 Insolação	54
5.3 Coleta de dados	55
5.3.1 Desenvolvimento do trabalho	55
5.3.2 Descrição dos equipamentos	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	58

6.1 Medições em campo	58
6.1.1 Medições da velocidade do vento	58
6.1.2 Medição da temperatura ambiente e da umidade do ar	58
6.2 Análise dos resultados da termografia – condições ambientais	59
6.3 Análise dos resultados da termografia – resposta térmica dos materiais da alvenaria.....	62
6.4 Análise dos resultados da termografia – avaliação qualitativa.....	63
6.4.1 Termografia aplicada no revestimento cerâmico da fachada do edifício Dom Luís I	64
6.4.2 Termografia aplicada no revestimento cerâmico da fachada do edifício Dom Luís II	66
6.5 Possíveis causas das patologias relatadas	67
6.5.1 Possíveis causas das patologias para revestimento cerâmico.....	67
6.5.2 Possíveis causas das patologias para revestimento argamassado	69
6.6 Representação gráfica do mapa de danos.....	69
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS.....	73
APÊNDICE A – OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO.	79
APÊNDICE B – IMAGENS DA PROJEÇÃO DA CARTA SOLAR DE ACORDO COM A HORA	80
APÊNDICE C – RELATÓRIO DE RASTREIO (COPYSPIRER)	83

1 INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas são anomalias ou falhas que surgem nas edificações e que apresentam consequências que vão muito além de problemas estéticos. Pode-se dizer que são em parte responsáveis por processos como a queda do desempenho de edificações (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica e térmica etc.), além de desvalorizar imóveis, alterar a salubridade, e em alguns casos, podem representar riscos à segurança estrutural do edifício, ou das pessoas, dentre outros efeitos indesejados para uma edificação (RIPPER, 1998).

Dessa forma, as patologias podem se tornar presentes na edificação a qualquer momento, sendo em uma construção nova ou antiga, logo alguns pontos podem desencadear e dar início para que elas se façam presentes na estrutura, como por exemplo, materiais divergentes com o tipo de obra proposta, tendo como outro ponto a ser levado em consideração que são as condições do meio ambiente, como por exemplo, uma obra a beira da praia, no qual o fator climático colabora para oxidação ou seja as condições ambientais influenciam também na conservação da estrutura, assim como também o processo de construção, execução, da casa, prédio e etc.

Logo para evitar tais problemas originados na manifestação patológica, profissionais bem treinados são necessários para diagnosticar edifícios, aplicando um método científico de análise denominado de inspeção predial. A inspeção predial é um ramo dos diversos tipos de inspeção que ocorrem em uma construção, sua realização ocorre com o objetivo de verificar a qualidade do edifício, podendo ser implementada após a obra ser concluída, para assim garantir vida útil a edificação, qualidade na estrutura, assegurar a vida, bem-estar das pessoas e intervir com manutenção predial quando se fizer necessário.

Assim, a termografia infravermelha é um método no qual pode contribuir para detectar, diagnosticar patologias existentes e seus devidos fatores, podendo ser descrita da seguinte maneira: A termografia infravermelha é considerada uma técnica que não causa danos, pois não interfere de forma física na edificação, onde tem a capacidade de encontrar danos nas edificações, no qual tem como propósito colaborar para detectar patologias, permitindo que a temperatura superficial seja medida, assim

como, a localização e identificação de determinados objetos em uma distância próxima ou distante (CORTIZO, 2007).

Diante do exposto e através de revisão de literaturas, este trabalho tem como propósito detectar as manifestações patológicas existentes em uma fachada de um edifício residencial localizado na cidade de São Luís no estado do Maranhão, no qual almeja-se alcançar o mapeamento de danos, através da inspeção visual e que junto da utilização da termografia, comprovar as devidas manifestações patológicas encontradas no mapeamento.

1.1 Problemática

Nos últimos anos, a ocorrência de acidentes graves ocasionados pelo uso indevido ou falta de manutenção nas edificações tem feito com que as inspeções prediais atraiam mais atenção em todo o país.

Logo a inspeção torna-se imprescindível para analisar o desempenho das estruturas e determinar os critérios de manutenção ou reparo de peças, pois os materiais utilizados na construção, assim como qualquer outro material, deterioram-se com o passar do tempo. Além disso, por existir a necessidade de redução de gastos e atingir metas de prazo, muitas vezes, faz com que empresas usem materiais de baixa qualidade e serviços sejam mal executados. Este último fator pode ser realçado pela predominância de mão de obra desqualificada nos canteiros de obra ao redor do Brasil (LUZ, 2004).

Para atender aos padrões de projeto, é necessário um plano de inspeção regular e, em seguida, intervenções nas áreas que requerem certos reparos no edifício para eliminar possíveis defeitos ou anormalidades no edifício. No entanto, muitos gerentes, síndicos de edifícios e inquilinos ainda consideram as inspeções prediais caras. Desta forma, em boa parte das vezes deixam de fazer ou fazem por si próprios e apenas realizam pequenas reparações onde julgam estar precisando, sem os conhecimentos técnicos necessários. Assim, existem técnicas não destrutivas capazes de auxiliar com rapidez e eficácia a verificação de patologias em um edifício, sendo uma delas a termografia infravermelha (SOUZA, 2017).

Portanto, conforme os problemas ocasionados pela ausência de inspeções prediais, o uso da termografia infravermelha como ferramenta no auxílio da inspeção

predial é capaz de apontar anomalias, assim como falhas existente na edificação e colaborar para sanar os problemas encontrados?

1.2 Hipóteses

a) A inspeção predial é um instrumento importante para diagnosticar e verificar anomalias e para nortear planos de manutenção corretivas e preventivas;

b) A tecnologia da termografia infravermelha é capaz de apresentar indícios de falhas construtivas a partir de um método não destrutivo através da medição da temperatura superficial de um corpo;

c) A termografia infravermelha como ferramenta da inspeção predial especializada de um edifício auxilia no diagnóstico de determinadas manifestações patológicas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Demonstrar como a verificação de temperaturas superficiais através de imagens capturadas pela técnica da termografia infravermelha, pode identificar anomalias, ou seja, patologias construtivas, assim como também falhas de manutenção que interferem e prejudicam a funcionalidade da vida útil da fachada do edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão.

1.3.2 Específicos

a) Realizar uma inspeção predial no edifício por meio da câmera termográfica;

b) Identificar as anomalias e falhas encontradas no edifício;

c) Apresentar um relatório fotográfico extraído por meio da termografia infravermelha com as anomalias e falhas encontradas.

1.4 Justificativa

No campo da construção civil, o processo de inspeção predial é fundamental para garantir o controle adequado das características do edifício e seu perfeito desempenho. Se for feito de forma planejada, muitas vezes desempenhará o seu papel para realizar a manutenção do edifício da maneira certa. Portanto, as falhas podem ser detectadas com antecedência e possíveis acidentes devido à deterioração de falhas ou anormalidades, podem ser evitados ou reduzidos.

Mesmo sabendo da importância da manutenção predial, no Brasil ainda se observa a ausência de um planejamento estratégico dessa atividade. Em muitos casos, ela só é realizada quando as patologias já se encontram em um estado de deterioração avançado, ocasionando desvalorização do imóvel, maiores custos para a sua recuperação e riscos de acidentes aos seus moradores (NORONHA, 2016, p. 2).

A imprensa registra em seus jornais vários acidentes da construção civil, porém só alguns mais graves são tratados pela mídia, vindo a ocorrer inúmeros outros que a mídia não trata, e muitos que não constam em qualquer documento. Porém, ao observar os relatos desses acidentes graves, é óbvio que, se forem realizadas inspeções e manutenções prediais preventivas e adequadas, os impactos poderiam ser evitados ou mesmo reduzidos.

Conforme as situações que podem ocorrer pela ausência da inspeção predial, o referido trabalho tem por finalidade apresentar quesitos importantes para realização de inspeção nas quais constam em normas específicas, assim também avaliar condições técnicas de uso.

1.5 Síntese Metodológica

O presente trabalho sobre o uso da termografia infravermelha na inspeção predial como ferramenta de avaliação do desempenho da edificação inicia-se com a fundamentação teórica a partir do capítulo 2, tendo assim no tópico 2.1 tratando-se sobre desempenho e vida útil, logo em seguida no item 2.2 manifestações patológicas em sistema de revestimento cerâmico de fachada aderido com argamassa colante.

No capítulo 3 tem-se o estudo da inspeção predial para identificação de manifestações patológicas, onde nos tópicos 3.1 e 3.2, ressaltam os seus preceitos legais e níveis de inspeção instituída pelo IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia).

Em seguida no capítulo 4, é tratado o assunto de termografia infravermelha, nos quais os tópicos, 4.1, 4.2 e 4.3, dizem respeito as técnicas de termografia, fatores que influenciam a medição termográfica e aplicação da termografia em fachadas em edifícios.

No capítulo 5, se descreve a metodologia do trabalho, mostrando o tipo de pesquisa a ser desenvolvido, sendo de caráter bibliográfico e inspeção de campo, além do local de trabalho, condições expostas no momento da inspeção e equipamentos utilizados na pesquisa.

Portanto, no capítulo 6 tem-se os resultados e discussões acerca do trabalho, buscando evidenciar que os objetivos propostos foram alcançados ao longo do projeto e por fim, o capítulo 7 descreve a conclusão da pesquisa, relatando os tópicos alcançados comparando com o que se almejou.

2 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

O estudo das patologias da construção civil é de suma relevância para a vida útil da edificação, pois as suas ações são prejudiciais e conseqüentemente ocasionando assim uma diminuição da sua durabilidade. Logo, uma vez sendo identificadas de forma precoce, os danos poderão ter menores proporções para a edificação. Essa identificação ocorre por meio da inspeção predial, que caracteriza o tipo da patologia existente, bem como um estudo do que a ocasionou e por fim apresenta as medidas que deverão ser consideradas para uma correta manutenção (OLIVEIRA, 2016).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, na NBR 15575 a patologia é a “[...] não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorrem do envelhecimento natural”. (ABNT, 2013, p. 9).

Granato (2002) acredita que os engenheiros precisam ter conhecimentos de alguns conceitos referentes às patologias, sendo eles:

- a) Patologia – caracteriza-se pelo estudo da origem, dos sintomas e da natureza do defeito;
- b) Sintoma – é o aparecimento da patologia, revelada através de métodos e estudos;
- c) Origem – quando apareceu o problema, está no processo produtivo;
- d) Diagnóstico – é o parecer do problema notado;
- e) Correção – é como deve agir para a eliminação das falhas causadas, ou seja, o método a ser utilizado no tratamento da patologia;
- f) Recuperação – é a correção da patologia;
- g) Reforço – prolongamento da resistência de um determinado elemento, de estrutura ou de fundação do projeto original, em decorrência da alteração da utilização da obra, ou ainda da degradação ou falha que ocasionaram a diminuição ou não atenderam a resistência inicial;
- h) Reconstrução – é refazer certo elemento, fundação ou estrutura, o qual a correção não seria indicada para sanar o dano, ou caso esta seja inviável financeiramente.

Assim, a idade das estruturas mesmo em peças idênticas, sofre com diferentes comportamentos, quando impostas em ambientes diferentes, uma vez que os materiais, os métodos construtivos e a concepção estrutural, devem atender ao seu desempenho, observando a agressividade ambiental. Portanto a conscientização de que os materiais utilizados na obra estão sujeitos a ação do tempo, ou seja, envelhecem, já se justifica por si só à necessidade da manutenção e do tratamento adequado.

2.1 Desempenho e Vida Útil

Cremonini (1988, p. 2) define que o “desempenho é antes de tudo o processo de pensar e trabalhar em termos de fins ao invés de meios, o que não significa que os meios são desconsiderados, mas que sua consideração ocorre através dos fins alcançados”.

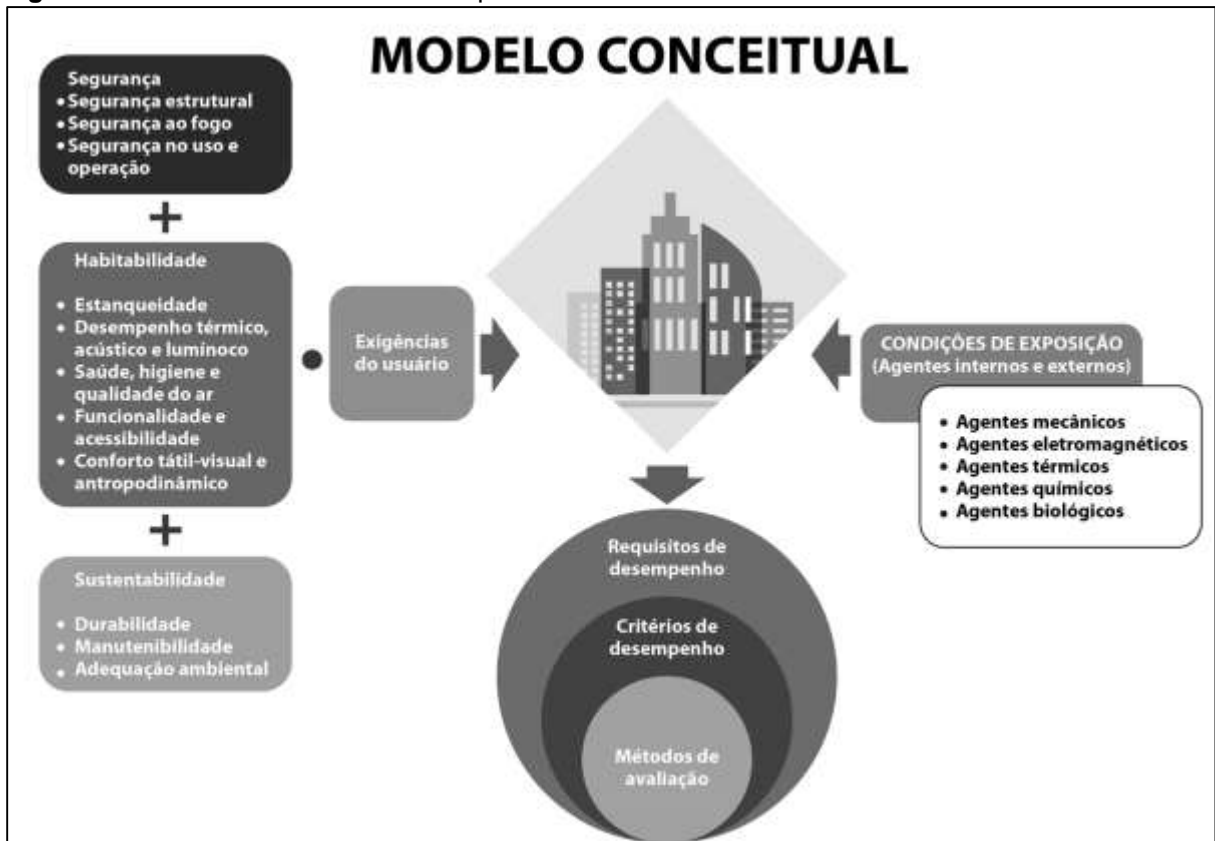
O papel do uso da edificação e de seus componentes caracteriza-se pelo desempenho, que é variável em função do uso a ser definido pelo usuário. O desempenho está ligado aos tipos de exposição que a edificação sofre nos seus elementos (ZUCHETTI, 2015).

A NBR 15575 diz que vida útil de uma edificação é o transcurso de tempo o qual a edificação e seus componentes deverão suportar ao que foi previsto, ou seja, é o tempo que o sistema atinge o seu fim, de acordo com o previsto pela norma. Tende de ser considerado para o conceito os procedimentos para a manutenção observando a frequência e a exatidão. A vida útil de uma edificação é diferente do tempo da garantia constante dos materiais, seja legal ou contratual (ABNT, 2013).

Logo a NBR 14037 conceitua a vida útil da edificação como sendo aquele espaço de tempo em que uma edificação e suas partes, de modo geral, deverão responder a sua função de edificação, para a qual foi destinada. Devem ser verificadas e executadas de modo certo a operação, uso e manutenção, anteriormente determinados (ABNT, 2014). Então a NBR 15575, descreve quando se inicia a vida útil da edificação sendo com a emissão do habite-se e do cumprimento de cada papel desempenhado (ABNT, 2013). Com objetivo de guiar a organização dos processos e procedimentos das empresas da construção civil, a Figura 1 apresenta um modelo

feito pelo CTE (Centro de Tecnologia de Edificações) para que a norma de desempenho possa ser aplicada de forma eficaz.

Figura 1 – Modelo conceitual de desempenho.



Fonte: Adaptado de CTE (2013).

Assim, para que o modelo da Figura 1 acima possa mostrar resultados, é necessário que seja levado em conta, o exato uso que a edificação se destina, além da frequência, dos procedimentos para a higienização, conseqüentemente a manutenção adequada, e por fim se o projeto foi executado de maneira como consta no projeto da construção (OLIVEIRA, 2016).

Desse modo a NBR 14037 diz que durabilidade de uma edificação é definida como aquela cuja atividade de conservação é atendida levando em conta suas peculiaridades e seu conjunto de modo geral, ou seja, respeita a sua funcionalidade rotineira para qual foi projetada e construída. Isto quando as atividades normais da edificação forem observadas e executadas da maneira correta (ABNT, 2014).

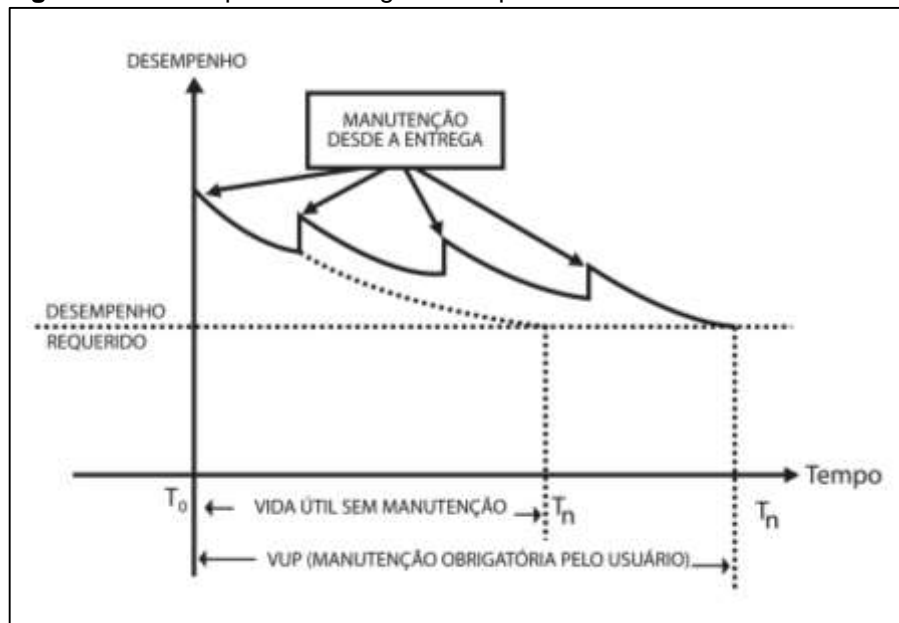
2.2 Manifestações patológicas em sistema de revestimento cerâmico de fachada aderido com argamassa colante

Caporrino (2018), define patologia das edificações como uma ciência que observa as origens, manifestações, aspectos e possíveis soluções das anomalias das edificações e como evitar que qualquer componente não cumpra os requisitos mínimos do seu projeto. Dessa forma, através das patologias, se tem como fazer a identificação e avaliar detalhadamente o seu surgimento pré-existente ou já existente, identificando também, suas causas e estabelecer um planejamento para corrigir os danos, uma vez que o seu objetivo é dar segurança e durabilidade em toda a estrutura, assim como garantir a durabilidade da edificação.

Conforme Lanzinham e Gomes (2003 *apud* Tavares, 2011) a investigação dos problemas ocasionados pelas patologias, deve-se envolver todo o conjunto, como segurança, projeto e execução, assim se faz de suma importância, que se tenha atenção redobrada no que refere a patologia e seus danos, se fazendo necessário conhecimento dessa ação, para que possam ser identificadas e corrigidas de forma correta.

Desta maneira, uma edificação tem o revestimento como o material mais vulnerável para degradação, em que os contribuidores para essa ação podem vir a ser as próprias condições do meio em que a edificação está localizada, assim como também os agentes físicos, químicos e biológicos (TAVARES, 2011).

Logo, na Figura 2 conforme a NBR 15575, dois pontos são colocados, desempenho x tempo de vida útil de uma estrutura, fazendo assim uma demonstração da edificação, de como ela reagi ao processo de manutenção contínuo e sem a execução de manutenção.

Figura 2 – Desempenho ao longo do tempo.

Fonte: Adaptado de ABNT (2013d).

Assim, é notável como as ações de manutenção podem interferir quando se trata da durabilidade de edificações, onde sem a realização frequente de manutenção no local, a estrutura como um todo pode vir a sofrer danos bem antes do previsto. Desta maneira, às ações de manutenção tem um papel superimportante, pois tem a função de evitar evolução de possíveis danos e acarretar outras consequências (ABNT, 2013).

Deste modo, tanto o revestimento quanto argamassas, podem ser restaurados e conservados, logo Kanan (2008, p.19) explica que:

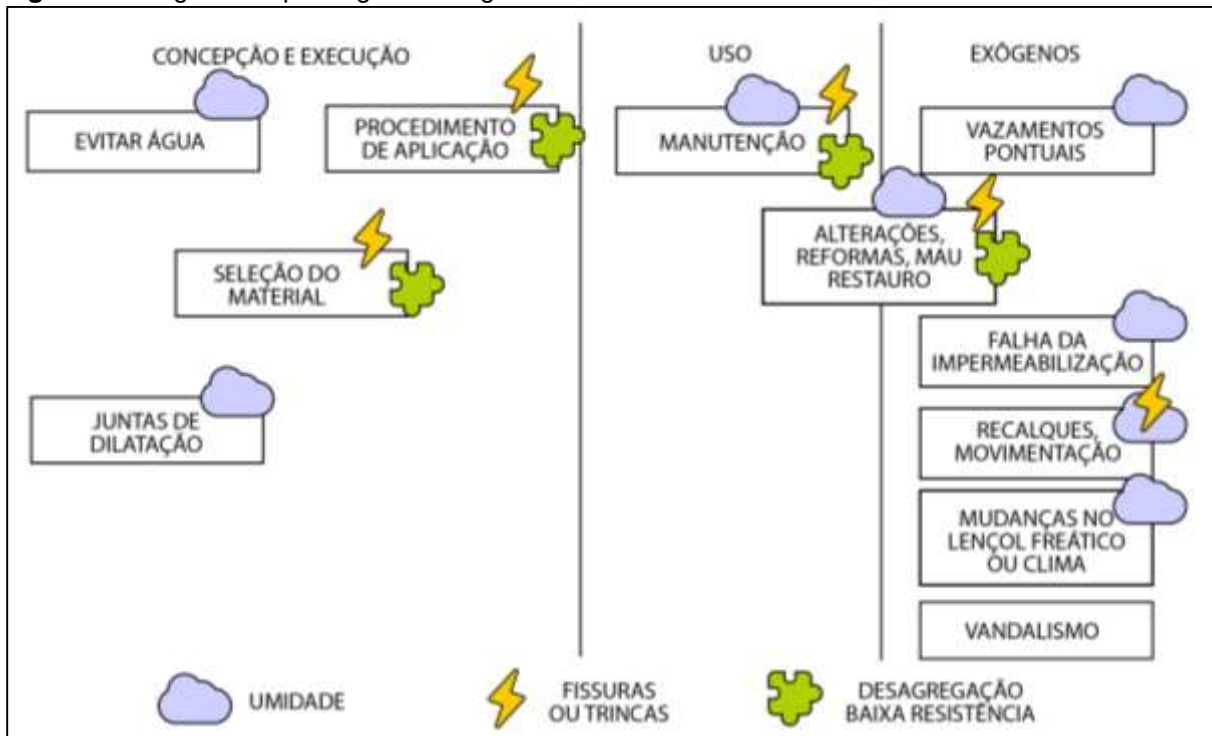
[...] conservação ou intervenção, pontual ou parcial, deve ser sempre a primeira opção em vez da remoção e substituição total. Muitas vezes, os revestimentos antigos apresentam sinais de degradação somente superficiais e é possível limpar, conservar, consolidar, reparar lacunas e fissuras antes de realizar intervenções radicais e irreversíveis. Dependendo do valor do edifício, das características das argamassas e revestimentos e de seu estado de conservação, bem como das opções econômicas, de mão-de-obra e dos materiais disponíveis, devem ser avaliadas as alternativas e definidos os critérios de intervenção para a conservação e restauração das argamassas e revestimentos das alvenarias antigas.

Então, argamassas feitas com cal, por conta da água de chuvas, acabam tendo deteriorações que ocasionam a lixiviação, que são representadas por manchas brancas. Assim, por meio das ações preventivas, é possível poupar que os materiais

se desgastem, fazendo com o que a sua vida possa ser estendida e assim ter um bom desempenho (SOUSA; PEREIRA; BRITO, 2005 *apud* TELES, 2010).

Portanto, com base na ilustração representada abaixo pela Figura 3, observa-se o processo de desenvolvimento das patologias externas e suas possíveis causas, em argamassas de revestimento.

Figura 3 – Origem das patologias em argamassas de revestimento.



Fonte: Adaptado de Teles (2010).

Assim, conforme a Figura 3 acima, é possível perceber algumas causas do desenvolvimento, ou seja, do surgimento das patologias externas em argamassa de revestimentos, como mostra em concepção e execução, nos quais uso de materiais inapropriados, o contato com a água onde pode vim a ficar acumulada caso não se tenha um local para seu desvio, como por exemplo as pingadeiras que servem para evitar o contato direto da água com a parede, assim como o processo de utilização e aplicação dos materiais, tudo isso podem contribuir para ações da patologia na qual se refere.

Além desses fatores, na imagem também se tem outros motivos para que ocorram as patologias externas, sendo execução incorreta da manutenção ou ausência dela, falta de impermeabilização onde pode gerar séries de consequências

como infiltrações, umidade, vandalismo etc. Onde todo esse conjunto de fatores colocados com base na figura, podem comprometer a edificação.

A seguir podem ser citados alguns tipos de patologias que se formam tanto em revestimento argamassado quanto em revestimento cerâmico (SOUSA; PEREIRA; BRITO 2005 *apud* TELES, 2010).

a) Umidade

A umidade é um dos acontecimentos ou melhor definindo, é um dos problemas mais conhecidos e recorrentes em uma edificação, podendo se iniciar através da base de construção, gerando problemas que façam com que se tenha a presença de água no local, podendo a água ser considerada um grande fator para contribuir que a umidade ocorra. Desta forma, no que se trata de umidade, Lannes (2011) diz que, a umidade é considerada a maior causa de degradação dos revestimentos argamassados. O excesso da umidade provoca manchas e está diretamente relacionada ao surgimento das demais manifestações patológicas.

Dessa maneira, entende-se que a água independentemente de onde venha, se é da chuva ou condensada, não deixa de ser um gatilho para ocasionar a temida umidade, assim, Sousa, Pereira e Brito (2005, p.7) reforçam a teoria:

As águas puras, provenientes de fenômenos de condensação, e as águas macias, provenientes da chuva (ou da neve e gelo em locais mais frios), contêm poucas ou nenhuma impurezas (principalmente sais dissolvidos) o que as torna muito reactivas. Quando estas águas entram em contacto com as argamassas em geral, e os rebocos tradicionais de cal em especial, e percolam através da estrutura porosa destes, os compostos hidratados ricos em cálcio são dissolvidos e arrastados.

Assim sendo, as águas da chuva uma facilidade para retirada de sujeiras no ar e também em gases, onde acaba ocasionando a modificação no Ph da água, fazendo com que ela fique ácida e assim acontecendo a lixiviação, em que uma vez essa situação ocorrendo, alguns fatores podem acontecer como: porosidade, permeabilidade e tornando conseqüentemente o material menos resistente (LANNES, 2011).

b) Agentes biológicos

Considerados uma ameaça para uma edificação, o que muitas pessoas não sabem, é que seres desse grupo, como bactérias, fungos, raízes etc., podem vir a trazer problemas para uma estrutura, como por exemplo a presença de umidade. Assim, a argamassa de revestimento se torna favorável para o desenvolvimento desses agentes.

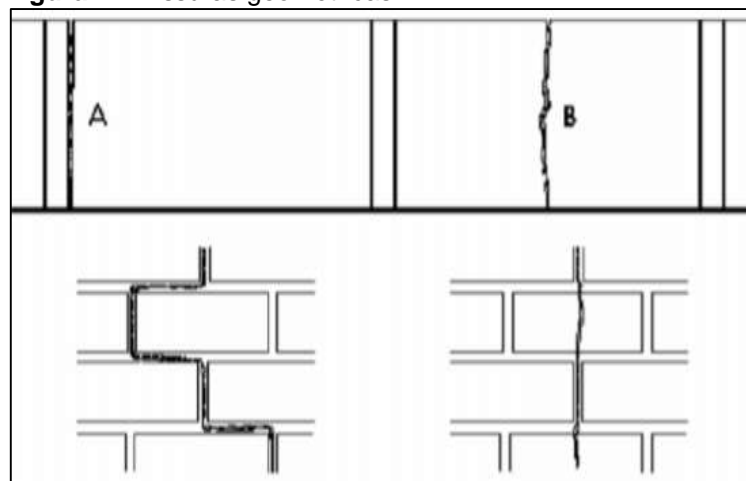
Conforme Sousa, Pereira e Brito (2005) devido ao prejuízo que a presença dos agentes biológicos faz, como por exemplo o desgaste da superfície do revestimento, é capaz de produzir efeito de solo que em união com as condições climáticas e ambientais, se tem a germinação de plantas.

c) Fissuras

As fissuras podem ser denominadas como uma manifestação patológica bem conhecida, pois quando se fazem presentes, são facilmente notadas, pois apresentam rachaduras bastante aparentes. A NBR 9575, define fissuras como uma abertura ocasionada por deformações ou deslocamentos do substrato (ABNT, 2010, p.4). Dessa forma, entende-se que as fissuras ocorrem devido ao alívio das tensões de uma determinada área, em que esse alívio gera rachaduras. Logo, as fissuras podem ser classificadas em geométricas ou mapeadas.

Na Figura 4 tem-se um exemplo de fissuras geométricas, que são aquelas que podem chegar até alvenaria.

Figura 4 – Fissuras geométricas.



Fonte: Eldridge (1982 *apud* Sahade, 2005).

Assim, Sahade (2005) reforça que as fissuras geométricas podem atingir os elementos de alvenaria, sendo eles tijolos ou blocos. Nas fissuras geométricas, outros dois tipos de fissuras são presentes, sendo fissuras verticais, onde, acontecem em áreas que tem dilatações diferentes, e horizontais que ocorrem devido a umidade do solo e deslocamento da argamassa.

Vale ressaltar a diferença entre fissura e trinca onde Zuchetti (2015) diz que fissura é uma abertura em forma de linha que aparece nas superfícies de qualquer material sólido, proveniente da ruptura sutil de parte de sua massa, com espessura de até 0,5mm e trinca é uma abertura em forma de linha que aparece na superfície de qualquer material sólido, proveniente de evidente ruptura de parte de sua massa, com espessura de 0,5mm a 1,00mm.

Já na Figura 5, tem-se a fissura mapeada, que tem como característica formato de um mapa como o próprio nome já diz.

Figura 5 – Fissuras mapeadas.



Fonte: Sahade (2005).

Tratando-se desse tipo de fissura, Sahade (2005) explica que, ocorre pela diminuição da argamassa de revestimento ou por finos traços, gerando assim aberturas superficiais. Logo, como o revestimento possui diversos materiais inseridos, qualquer tipo de mudança ocasionará no aparecimento de tensão considerando assim as condições climáticas.

d) Deslocamento ou perda da camada de pintura

O deslocamento parcial ou total da camada de pintura, também pode ser considerado um dos casos bem recorrentes em boa parte das edificações, pois esse processo se inicia quando a tinta começa a ser desgastada na parede.

Na Figura 6 abaixo, é notável perceber o deslocamento da perda de pintura, desta forma, para Kluppel e Santana (2014) o deslocamento parcial ou total da camada de pintura, ocorre devido a aplicabilidade da tinta por cima do reboco, reboco esse estando úmido e ainda não permitindo pintura.

Figura 6 – Descolamento da pintura.



Fonte: Lanne (2011).

Portanto, a aplicação da tinta deve ser feita em locais menos ou não porosos, menos ou não lisos, pois caso seja feito de forma contrária, sendo aplicada em locais porosos e lisos, impede a aderência da tinta com a argamassa (SEGAT, 2005).

e) Destacamento em placas cerâmicas

Pode ser considerada a manifestação patológica que apresenta o maior risco tanto em relação à integridade material quanto à integridade física. De acordo com Campante e Sabbatini (1999) trata-se de uma perda de aderência que vem ser causada pela falha ou ruptura na interface da cerâmica com a argamassa adesiva, devido a tensões formadas que ultrapassam a capacidade de resistência das ligações.

Os destacamentos, de acordo Bauer (1995 *apud* Luz, 2004), podem ser causados por erros de execução, deficiências na etapa de projeto, uso de materiais inadequados, além da falta de manutenção. Já Resende e Moraes (2000 *apud* Luz, 2004) considera que as duas principais causas que provocam o destacamento das placas cerâmicas do revestimento cerâmico de fachadas vêm ser a falta de treinamento de mão de obra e a falta de ensaios de materiais. A Figura 7 mostra um exemplo dessa patologia.

Figura 7 – Destacamento cerâmico em revestimento de fachada.



Fonte: Luz (2004).

f) Eflorescência em Revestimento Cerâmico

Segundo a pesquisa de Luz (2004), a eflorescência é outro tipo de manifestação patológica que pode ser observada em uma fachada de revestimento cerâmico. Refere-se a uma manifestação patológica caracterizada por efeitos de lixiviação, em que os sais solúveis migram para a superfície, deteriorando o sistema. Pode ser concentrado ou generalizado em pontos específicos de toda a fachada, como pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 – Eflorescência em Revestimento cerâmico.



Fonte: Silva (2016).

A Figura 8 mostra um exemplo de eflorescência em uma placa de cerâmica, que pode ter os seguintes fatores para que aconteça: podem existir sais solúveis na composição da argamassa de assentamento e emboço. Existência de água nos componentes da fachada e a existência de pressão hidrostática ou evaporação (LUZ, 2004).

3 INSPEÇÃO PREDIAL

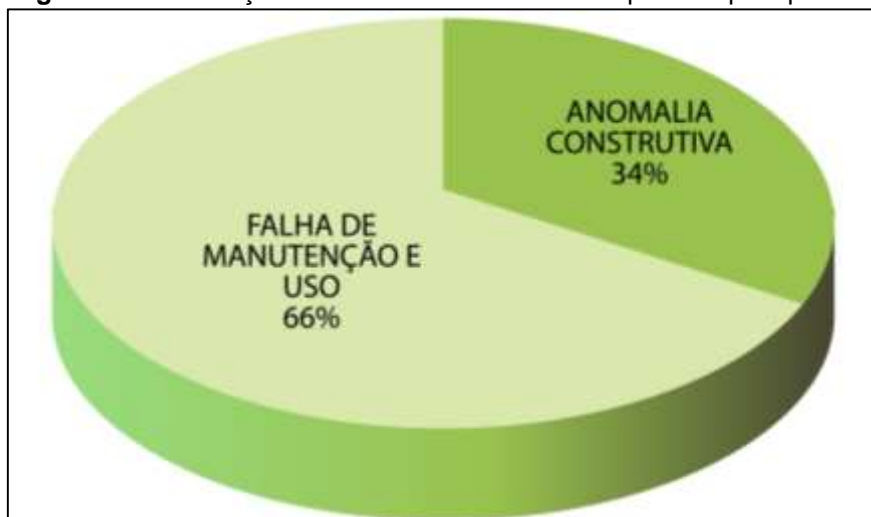
Segundo a NBR 16747, a inspeção predial:

“[...] tem por objetivo constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação, seus sistemas e subsistemas, de forma a permitir um acompanhamento sistêmico do comportamento em uso ao longo da vida útil, para que sejam mantidas as condições necessárias à segurança, habitabilidade e durabilidade da edificação”. (ABNT, 2020, p. 5).

Logo entende-se que a inspeção predial é um tipo de avaliação dos métodos construtivos da edificação, ou seja, tem como função avaliar uma edificação. Durante o processo de avaliação se faz necessário levar em consideração alguns requisitos como funcionalidade, vida útil, segurança, estado de conservação, melhor descrevendo, observar o estado de manutenção do local. Pois a grande maior parte dos acidentes ocorridos em edificações com mais de trinta anos fazem uma relação entre “causa/efeito” dos acidentes e tem uma forte relação com a manutenção predial (IBAPE, 2012 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Na Figura 9 pode-se observar o estudo realizado pela Câmara de Inspeção Predial do IBAPE/SP, onde é evidenciado que 66% das possíveis causas de acidentes nas edificações estão ligados diretamente com a deficiência ou ausência de manutenção ou a perda prematura de desempenho e a deterioração acentuada. Já os outros 34% dos acidentes estão relacionados as anomalias construtivas (IBAPE, 2012 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Figura 9 – Distribuição da incidência dos acidentes prediais por tipo de origem.



Fonte: Adaptado de IBAPE/SP (2012 *apud* Oliveira, 2018).

3.1 Preceitos legais

Objetivando a diminuição de acidentes, o poder público passou a produzir legislação relacionada a obrigatoriedade da inspeção predial nas edificações (IBAPE, 2012). Ainda que mostre um avanço, esta é uma realidade pouco presente nos municípios brasileiros, estando limitadas a grandes municípios ou cidades com histórico de acidentes.

Conforme Souza (2017), no Brasil, existem cidades em que a inspeção predial é obrigatória e deve acontecer de forma contínua, como exemplo na cidade de Porto Alegre localizada no Rio Grande do Sul, no qual as edificações devem passar constantemente por esse processo sendo necessário ao final, ser apresentado o laudo técnico de inspeção predial. Para se tornar algo válido para todas as cidades, PLS nº 491/2013 originou na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei nº 6.014 de 2013:

“[...] destinada a verificar as condições de estabilidade, segurança construtiva e manutenção; estabelece que o objetivo da inspeção é efetuar o diagnóstico da edificação por meio de vistoria especializada, utilizando-se de Laudo de Inspeção Técnica de Edificação (LITE) para emitir parecer acerca das condições técnicas, de uso e de manutenção, com avaliação do grau de risco à segurança dos usuários” (BRASIL, 2013, p.15).

O Quadro 1 apresenta os municípios brasileiros que apresentam legislação instituindo a inspeção predial obrigatória ou realização de compulsória de check-up de edificações.

Quadro 1 – Lista de municípios com legislação instituindo inspeção predial

Município	Legislação
Balneário Camboriú/SC	Lei 2.805/08
Bauru/SP	Lei 4.444/99
Belém/PA	Lei 7.737/94
Cuiabá/MT	Lei 5.587/12
Fortaleza/CE	Lei 9.913/12
Jundiaí/SP	Lei 278/99
Porto Alegre/RS	Lei 806/16
Ribeirão Preto/SP	Lei 1.669/04
Rio de Janeiro/RJ	Decreto 37.426/13
Salvador/BA	Lei 5.907/01
Santos/SP	Lei 441/01
São Vicente/SP	Lei 2.854/12
Vitória/ES	Lei 170/2016

Fonte: Adaptado de Carvalho (2018).

O projeto da Câmara dos Deputados altera o texto original proposto pelo Senado Federal com as seguintes alterações: limitando a exigência de apresentação de laudo para municípios com mais de setenta mil habitantes ao invés de todos os municípios brasileiros; excluindo a obrigatoriedade de apresentação do LITE para edificações até quatro pavimentos fixando seu prazo de validade para dez anos ou até a ocorrência de qualquer obra com alteração na estrutura (o que não se encontra bem especificado no projeto de lei e não inclui, por exemplo, mudanças no uso da edificação); e transfere ao proprietário ou representante da edificação a responsabilidade pela construção no caso da não apresentação, ou não cumprimento dos prazos determinados (SOUZA, 2017).

3.2 Níveis de inspeção predial

Classifica-se a inspeção predial de acordo com a sua complexidade e elaboração do laudo, de acordo com as características construtivas, de manutenção e de operação da edificação. Além disso, a necessidade de formação de uma equipe multidisciplinar (IBAPE, 2012).

Carvalho (2018), relata a classificação do nível de inspeção é realizada pelo inspetor, após análise das características, finalidade do imóvel e verificação da necessidade de equipe técnica para elaboração do laudo de inspeção. Estes níveis de inspeção são definidos na contratação dos serviços e implicam no dimensionamento das equipes e custos envolvidos. Assim propõe o IBAPE (2012, p. 9).

6.1.1 NÍVEL 1:

Inspeção Predial realizada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes.

A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma especialidade.

6.1.2 NÍVEL 2:

Inspeção Predial realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção, mas com empresas terceirizadas contratadas para execução de atividades específicas como: manutenção de bombas, portões, reservatórios de água, dentre outros. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades”.

6.1.3 NÍVEL 3:

Inspeção Predial realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação.

Nesse nível de inspeção predial, obrigatoriamente, é executado na edificação uma Manutenção com base na ABNT NBR 5674. Possui, ainda, profissional habilitado responsável técnico, plano de manutenção com atividades planejadas e procedimentos detalhados, software de gerenciamento, e outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente.

A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados e de mais de uma especialidade.

Nesse nível de inspeção, o trabalho poderá ser intitulado como de Auditoria Técnica.

Segundo Souza (2017), existem poucos casos de inspeção de primeiro nível, os casos de inspeção de terceiro nível são mais raros e os casos de inspeção de segundo nível são mais comuns. Para tanto, é necessário formar uma equipe de engenheiros civis ou arquitetos e mais dois profissionais (engenheiros elétricos e engenheiros mecânicos) com desejável formação em engenharia de segurança, antes da contratação.

De acordo com o IBAPE (2016) para a classificação inicial determina-se a tipologia das edificações que poderão ser comerciais, residenciais, industriais, rurais, especiais de uso privado, especiais de uso público, temporárias entre outros. Estas edificações podem ser então classificadas nos seguintes modelos, ou classes: edificação normal (N), edifícios com instalações e equipamentos básicos; e edificação especial (E), edifícios com instalações e equipamentos complexos e/ou automação, obras de arte especiais e demais construções com estruturas e fundações especiais (GOMIDE *et al.*, 2006).

O nível de inspeção será definido de acordo com a tipologia e a complexidade da edificação, definindo os seguintes tipos:

a) Nível de Inspeção N (normal): inspeção por um ou mais especialistas, voltada principalmente para edificações de modelo normal;

b) Nível de Inspeção E (especial): inspeção de equipe com dois ou mais especialistas, voltada principalmente para edificações de classe especial, podendo em sua análise conclusiva recomendar serviços adicionais, tais como ensaios tecnológicos, auditorias, perícias e consultorias (GOMIDE *et al.*, 2006).

4 TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Pode-se afirmar que a termografia infravermelha é uma técnica que permite a conversão da radiação térmica que vem ser emitida por um corpo que tende a ser invisível ao olho humano pelo fato de seu comprimento de onda, sendo assim definido como uma imagem térmica representativa da distribuição de temperaturas superficiais do corpo (BARREIRA, 2004). Além disso, essa técnica é caracterizada por ser não destrutiva, ou seja, não sendo necessário qualquer contato com a superfície a ser analisada.

Termograma é a forma visível das radiações térmicas a partir de diferentes cores e diferentes temperaturas, na qual apresentam as radiações térmicas infravermelhas. A visão humana capta a radiação direta e refletida do sol ou de luz artificial, já as imagens em infravermelho podem ser vistas até mesmo no escuro dependendo de uma diferença de temperatura que devem ser superiores a zero graus (BARREIRA, 2004).

A NBR 15424 que aborda sobre ensaios praticados a um material que não altere de forma permanente suas propriedades físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais com a utilização da termografia, foi uma das primeiras normas a surgir no Brasil para conduzir o uso da termografia (ABNT, 2006).

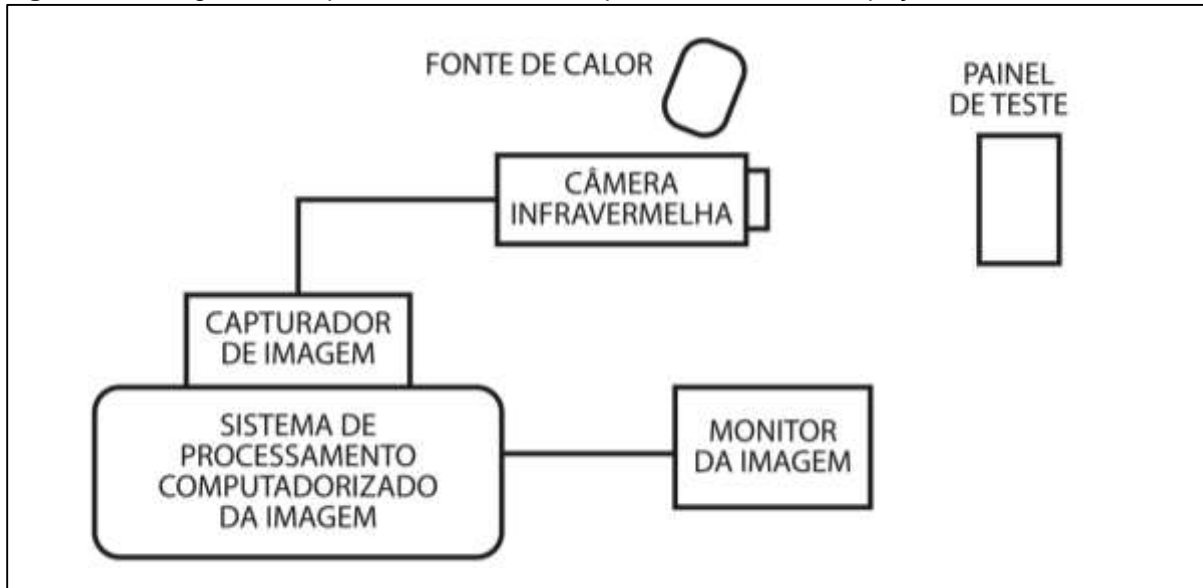
Ao decorrer dos anos, várias normas sobre o uso da termografia no meio da construção civil foram validadas, a mais recente delas é a ABNT NBR 16292:2014 que aborda o uso da termografia com intuito de medição e compensação da temperatura aparente e refletida, em seguida tem a ABNT NBR 15718:2009 que fornece diretrizes para garantir a confiabilidade das medições dos termovisores, assim também tem a ABNT NBR 15763:2009, que prescreve os critérios para definição de periodicidade de inspeção por termografia de sistemas elétricos de potência, tendo também a ABNT NBR 15866:2010 que se destina a orientar a metodologia de avaliação térmica, qualitativa e/ou quantitativa, a ser realizada pelo responsável da análise termográfica e pôr fim a ABNT NBR 15572:2013 que traz um guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos, indicando as responsabilidades do usuário final.

Referente a termografia infravermelha, pode-se dizer que o que gera imagens são considerados os termogramas. De acordo com Cortizo (2007), para que

haja uma avaliação dos termogramas é essencial dispor de conhecimentos de temperatura, transferência de calor e sistema de imagem térmica infravermelha (programa de aquisição e processamento de imagens térmicas).

A Figura 10 pode ilustrar como acontece o processo de inspeção infravermelha.

Figura 10 – Diagrama, adaptado, de um sistema típico de sistema de inspeção infravermelha.

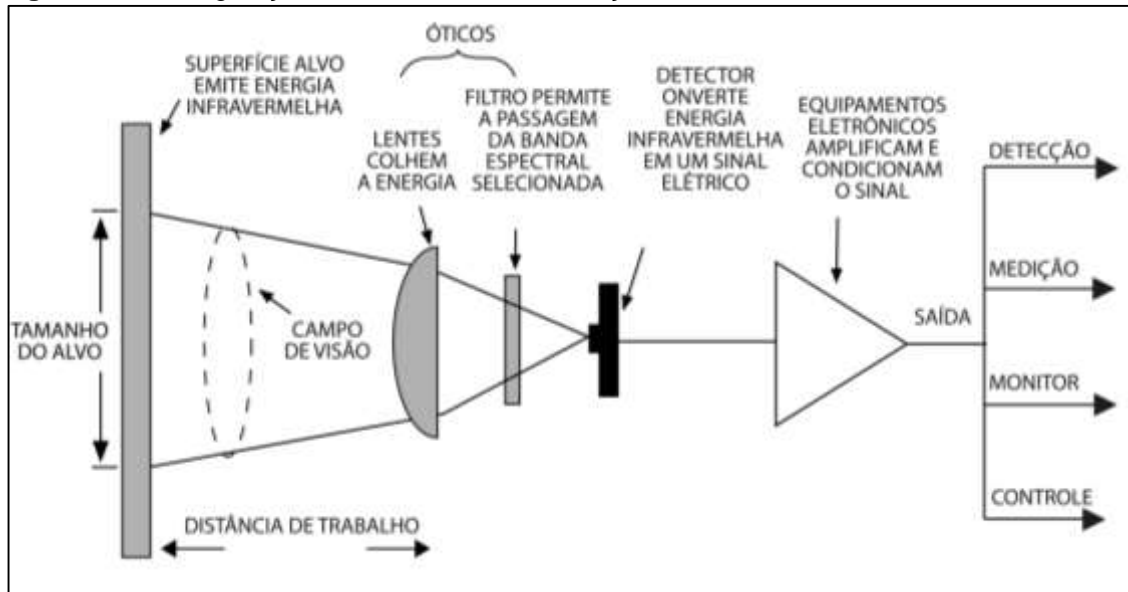


Fonte: Adaptado de Maldague (2001 *apud* Cortizo, 2007).

Segundo Cortizo (2007), existem inúmeros dispositivos que podem ser usados para realizar termografia, por isso é necessário introduzir as características básicas do dispositivo: Óticas; Captação da imagem – mecanismo de varredura; Percepção de calor; Técnicas de resfriamento dos detectores; Imageamento – produção da imagem. Esses equipamentos são considerados [...] sensíveis à energia infravermelha irradiada e transformam essa energia em sinais elétricos proporcionais à temperatura da superfície do corpo. Esse equipamento utiliza estruturas detectivas de temperatura, sistemas ópticos e tratamento de imagem (digitalização e produção) (CORTIZO, 2007, p.44).

A Figura 11 relata as configurações de uma máquina termosensor de radiação infravermelha.

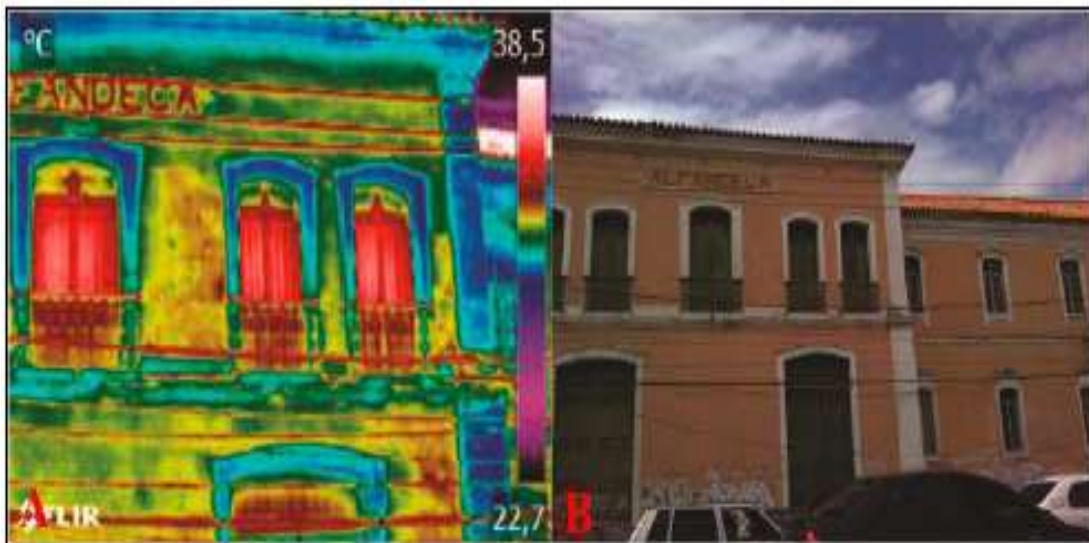
Figura 11 – Configurações do termômetro de radiação infravermelha.



Fonte: Adaptado de Maldague (2001 *apud* Cortizo, 2007).

De acordo com Barreira (2004) a energia por radiação é transmitida de forma contínua nos locais de infravermelho, uma vez que com base na temperatura absoluta e superfície do corpo, a intensidade e o comprimento das ondas são diferentes, logo a técnica da termografia, gera imagens onde essas imagens possuem gráficos da distribuição da temperatura sobre o corpo, conforme mostra a Figura 12 abaixo.

Figura 12 – Termograma (A) e imagem digital (B) da fachada do Conjunto dos Mercedários em Belém do Pará.



Fonte: Pantoja (2016).

4.1 Técnicas de Termografia

A termografia infravermelha é considerada não destrutiva, pois não se faz necessário ter contato direto na edificação, pois tem a capacidade de analisar, identificar e diagnosticar, falhas com precisão mesmo que a distância, assim podendo ser classificadas como ativa ou passiva (CORTIZO, 2007).

Dessa forma, tratando-se da técnica da termografia ativa, para que aconteça, se faz necessária uma fonte externa para estimular a energia. Assim, ela deve ser utilizada quando em áreas que não seja de calor.

Logo, no Quadro 2 abaixo observa-se o modelo de aplicação da técnica da termografia ativa, onde a câmera ela pode ser posicionada de duas formas, tanto no mesmo sentido da câmera e fonte, quanto também em sentidos opostos, conforme o quadro, no entanto quando a fonte de calor é colocada no mesmo sentido da câmera, é denominada de inspeção por reflexão e em lados opostos, inspeção por transmissão (GARCIA, 2014).

Quadro 2 – Técnica ativa.

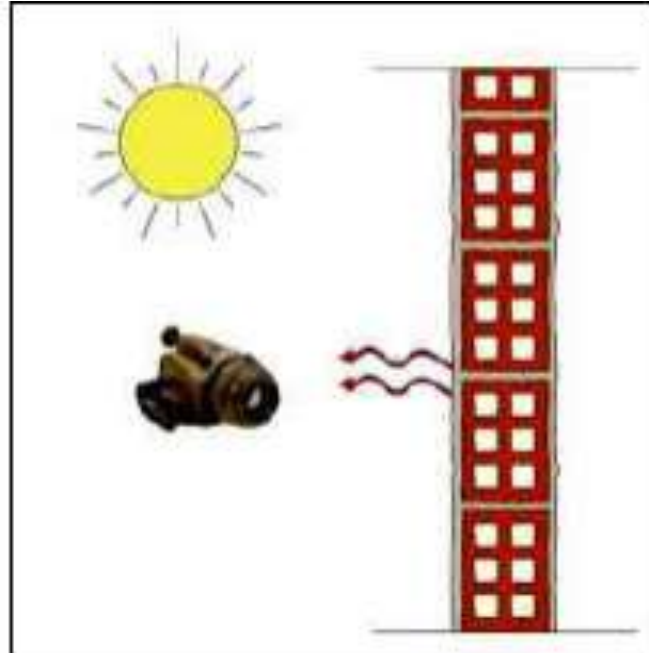
POSIÇÃO RELATIVA – CÂMERA E FONTE	POSICIONAMENTO DA FONTE
Mesmo sentido da câmera e fonte	
Sentido oposto da câmera e fonte	

Fonte: Cortizo (2007).

No entanto além da termografia ativa conforme descrito anteriormente, tem-se também a termografia passiva, que diferentemente da termografia ativa não se faz necessária uma fonte externa, na qual a sua estimulação térmica ocorre por meio da carga solar que age sobre o corpo, na qual deve ser captada pela câmera termográfica

(CORTIZO, 2007). Na Figura 13 abaixo é demonstrado como ocorre de forma prática a termografia passiva.

Figura 13 – Técnica de termografia passiva.



Fonte: Cortizo (2007).

Logo os seus resultados são classificados como quantitativo e qualitativo, onde a técnica da termografia ativa os seus resultados se dão de forma quantitativa e a técnica da termografia passiva se dão de forma qualitativa (MALDAGUE, 2001 *apud* CORTIZO, 2007).

Dessa forma, para Cortizo (2007) dentre as vantagens da termografia ativa e passiva, rapidez e a facilidade de desenvolvimento da técnica, são pontos positivos em ambas, já no que se trata dos pontos negativos, as técnicas tornam-se passíveis ao erro, pois, para obtenção de resultados precisos dos termogramas, é necessário que se tenha aquecimento uniforme da superfície, condição essa que pode ser complicada obter entorno do objeto, pode ser variável.

4.2 Fatores que influenciam a medição termográfica

As radiações que são captadas pela câmera termográfica tendem a ser emitidas não só pela superfície do objeto como também pelo meio que vem refletir na superfície e na própria atmosfera. Essa radiação chamada de difusa torna-se de difícil

contabilização, entretanto sua quantidade pode ser tão reduzida chegando a se tornar desprezível. Sabendo disso, existem alguns fatores que acabam influenciando as medições da termografia infravermelha. Entre eles destacam-se: Emissividade, temperatura ambiente e refletida, umidade e a distância do objeto (SANTOS, 2014).

A potência total da radiação que a câmara possui (W_{tot}), vem ser estruturada a partir de fatores relacionados a câmara, atmosfera e superfície do objeto, sendo:

$$W_{tot} = \varepsilon * \tau * W_{obj} + (1 - \varepsilon) * \tau * W_{refl} + (1 - \tau) * W_{atm} \quad (I)$$

Onde:

ε = emissividade

τ = Coeficiente de transmissibilidade da atmosfera

W_{obj} = Energia radiada a partir do objeto

W_{refl} = Energia refletida a partir dos corpos

W_{atm} = Energia relacionada a absorção da atmosfera

A consideração sobre a fórmula utilizada mostra que a energia de radiação de qualquer objeto vem depender diretamente da temperatura dele, e da relação em que se encontra a temperatura da atmosfera com outros fatores como umidade e temperatura do ar. Além disso, a distância entre a câmara e a superfície é de grande importância para resultados satisfatórios (SANTOS, 2014).

4.2.1 Emissividade dos materiais

“A emissividade pode ser determinada pela medição paralela da temperatura da superfície em análise com um material de emissividade conhecida” (Asdrubali *et al.*, 2012, p.38). Dentro da emissividade de um corpo, deve-se analisar fatores que influenciam diretamente na medição como a influência da temperatura, do comprimento de onda e do ângulo de visão do objeto por exemplo (Asdrubali *et al.*, 2012).

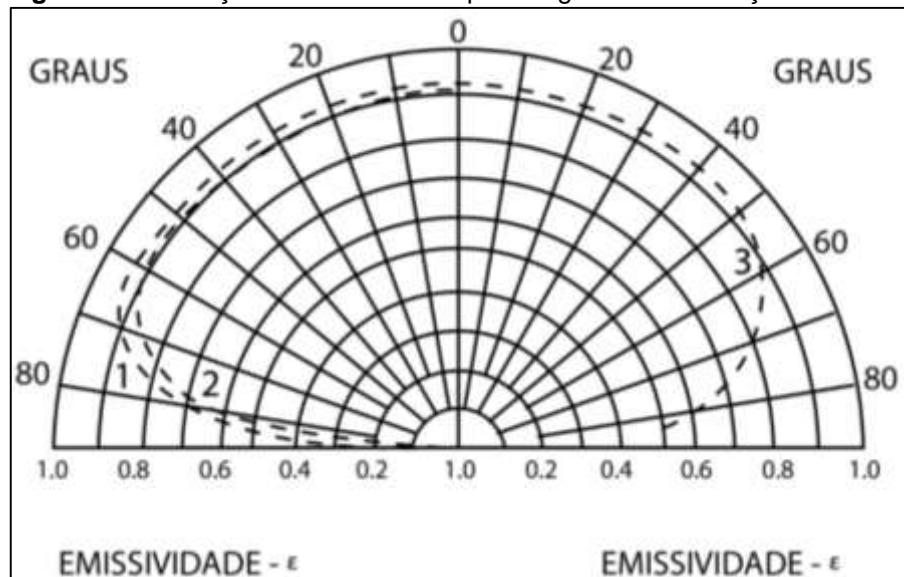
Em relação a temperatura, onde será realizada a análise termográfica deve ser possível permanecer constante com o intuito de diminuir os graus de emissividade

Referente ao ângulo de observação, pode-se dizer que a variação da emissividade tem a ver com uma emissividade aparente de superfícies não planas que varia de ponto em ponto mesmo não existindo alteração no material (CORTIZO, 2007). O ângulo de observação vem ser distinto para os não metais e para os metais, onde de acordo com (BARREIRA, 2004, p. 44):

A variação da emissividade dos não-metais com o ângulo de observação é praticamente nula para ângulos entre o 0° e 60° em relação à perpendicular à superfície. Para ângulos superiores a 70° o valor da emissividade decai rapidamente até zero. Nos metais os valores da emissividade são baixos e sem grandes variações para ângulos entre os 0° e 40° , aumentando acentuadamente para ângulos superiores.

Como já dito, a Figura 16 retrata a tendência de queda da emissividade em ângulo de observação superior a 70° . Em relação a ângulos até 60° , essa variação se torna praticamente nula (BARREIRA, 2004).

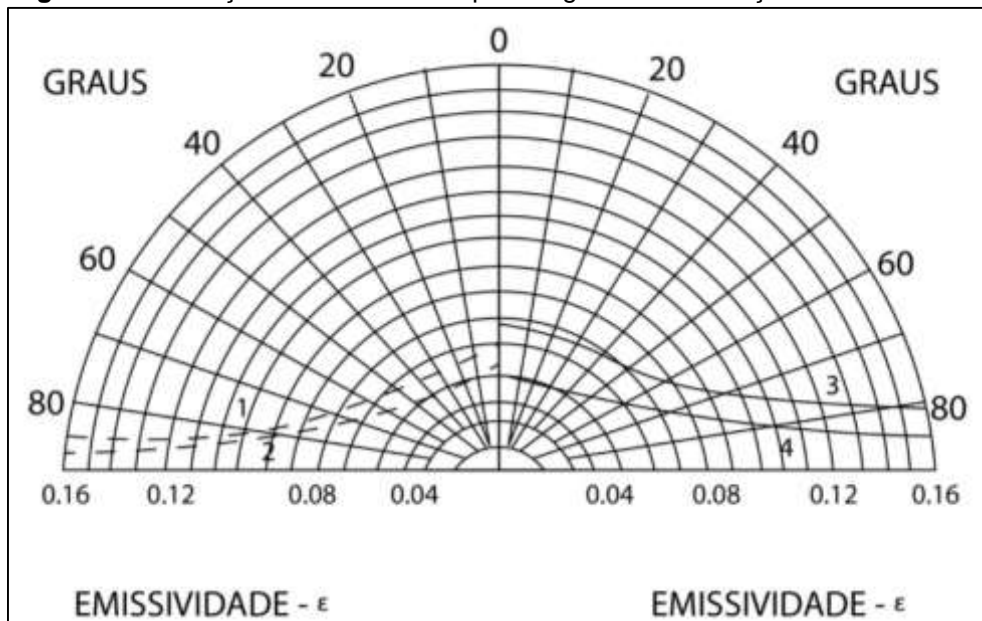
Figura 16 – Variação da emissividade para ângulo de observação não metais.



Fonte: Adaptado de Barreira (2004).

Em relação a Figura 17 nota-se que em ângulos de observação até 40° , os valores de emissividade não têm muita variação, sendo percebido em angulações superiores a 40° .

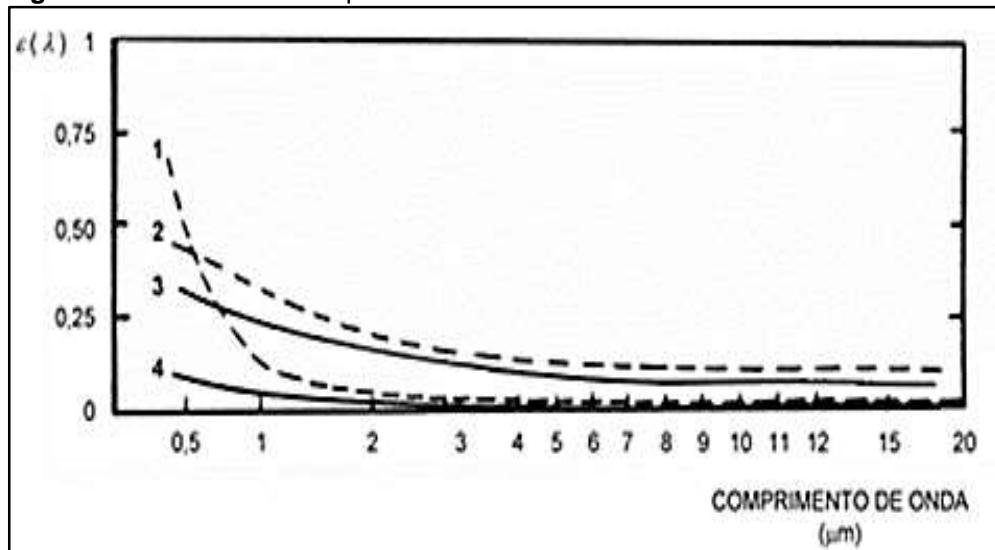
Figura 17 – Variação da emissividade para ângulo de observação em metais.



Fonte: Adaptado de Barreira (2004).

A emissividade tende a variar com o comprimento de onda para gases e líquidos com flutuações bruscas e para sólidos de forma mais lenta. (GAUSSORGUES, 1999). As Figuras 18 e 19 tendem a mostrar essas diferenças.

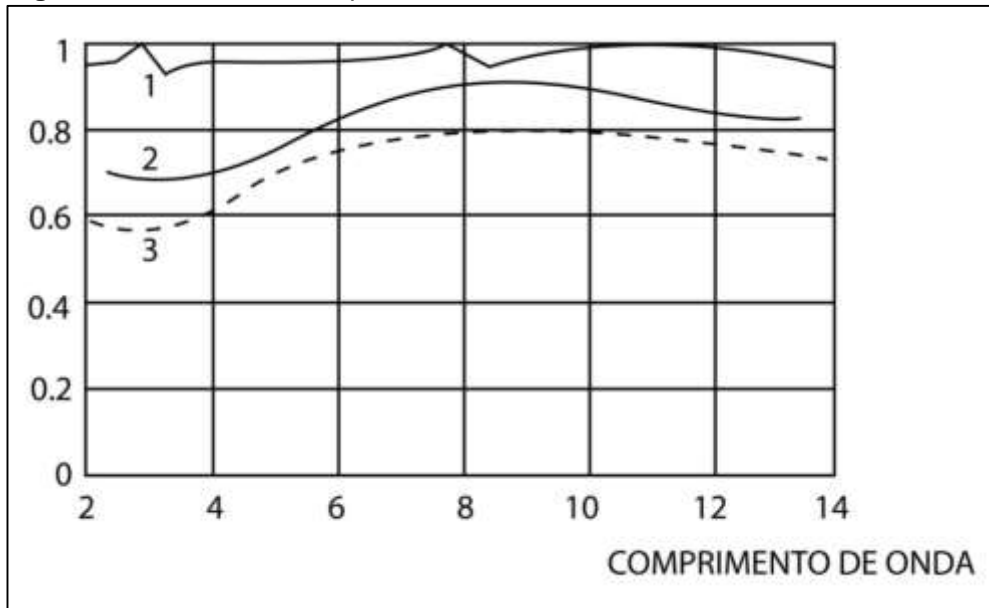
Figura 18 – Emissividade espectral dos metais.



Fonte: Barreira (2004).

Nessa Figura 18 mostra-se que os metais tendem a diminuir a sua emissividade de acordo com o comprimento de onda apresentado.

Figura 19 – Emissividade espectral dos não metais.



Fonte: Adaptado de Barreira (2004).

Em relação à Figura 19, relata a emissividade dos não metais que tende a aumentar com o comprimento de onda, embora de uma forma mais aleatória.

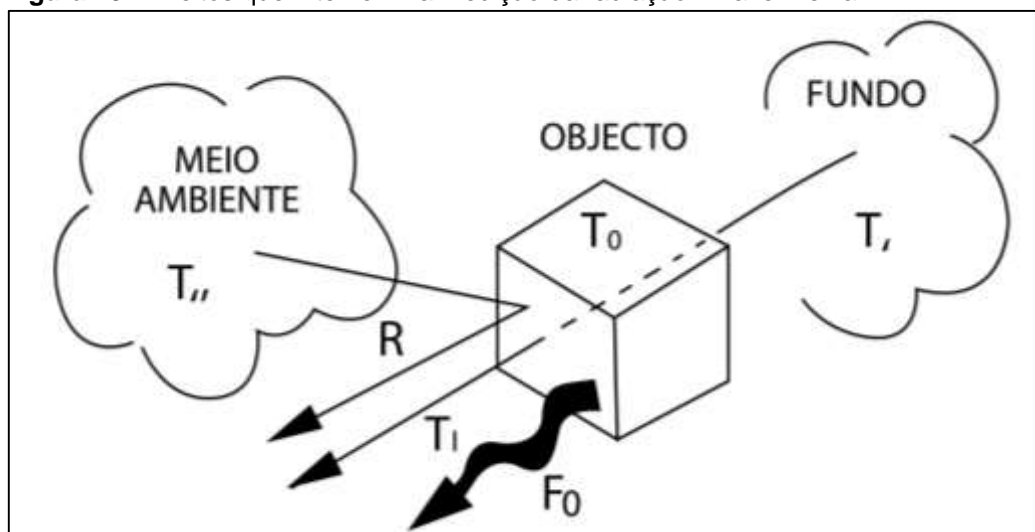
4.2.2 Refletividade dos materiais

A refletividade trata-se de um problema que ocorre na obtenção de imagens termográficas e nas suas análises. O conceito de refletividade está relacionado a um corpo real refletir a radiação emitida por outros corpos adjacentes além de absorver essas radiações. Pode-se dizer que as medições termográficas são diretamente influenciadas pela radiação vizinha, sendo assim uma grande causadora em erros de interpretação dos resultados das análises (SANTOS, 2014).

A energia captada pelo receptor, resultante da radiação emitida por um corpo à temperatura T_0 , resulta da sobreposição de três efeitos:

- a) O corpo reflete uma fração da energia emitida pelo ambiente, equivalente à emitida por um corpo negro à temperatura T_a ;
- b) O corpo sendo transparente de forma parcial pode transmitir uma parte da radiação emitida pelo fundo, correspondente a temperatura T_f emitida por um corpo negro;
- c) O corpo emite radiação própria, por se encontrar à temperatura T_0 .

Figura 20 – Efeitos que intervêm na medição da radiação infravermelha.



Fonte: Adaptado de Barreira (2004).

Na Figura 20 nota-se a relação entre o meio ambiente, o objeto e a temperatura de fundo, sendo assim essenciais para a obtenção de resultados que facilitem as análises das imagens termográficas.

4.3 Aplicação da termografia em edifícios

Na literatura internacional, existem alguns trabalhos principalmente presentes na Europa, usando a termografia infravermelha em edificações como um instrumento de diagnóstico de patologias, além da identificação de elementos que compõem o edifício (CORTIZO, 2007). No Brasil, com a crescente busca por eficiência energética, a termografia infravermelha vem se colocar como uma grande ferramenta capaz de analisar o desempenho energético dos edifícios, tão como avaliar as possíveis patologias que se desenvolvem ao longo de sua vida útil (CORTIZO, 2007).

A termografia infravermelha auxilia não só no processo construtivo do edifício como também na análise da vida útil do mesmo, avaliando o desempenho térmico, por exemplo, e identificando os elementos estruturais como a alvenaria, pilares e laje. Além disso, a termografia é capaz de identificar umidade e zonas de fissura no revestimento. Outra vantagem na aplicação da termografia, é que ela vem ser considerada um método não destrutivo, capaz de analisar a estrutura sem precisar afetar a mesma, prevenindo a evolução e degradação dos materiais (BARREIRA, 2004).

Quando utilizada em uma inspeção exterior do edifício como é o caso desta pesquisa, a termografia infravermelha tem a radiação solar como fator predominante para a validação dos resultados, tendo em vista que os resultados obtidos pela manhã serão diferentes aos do meio dia, tarde e noite (SANTOS, 2014). Antes de amanhecer, o efeito do sol é considerado mínimo na pesquisa; ao meio dia as temperaturas da superfície do edifício analisado atingem valores máximos de radiação solar; já durante a noite, superfícies que durante o dia estiveram expostas à radiação solar e armazenaram calor, vão dissipar essa energia (HOYANO *et al.*, 1999).

A altura do dia é crucial para a verificação de deslocamentos e umidades em materiais cerâmicos. A altura ideal para a visualização dessas patologias é aquela em que se dão os ganhos solares. Quando ambos estão presentes, o deslocamento tem maior influência na leitura que a umidade (EDIS *et al.*, 2014).

Vários autores, (Fokaides & Kalogirou, 2011), (Balaras e Argiriou, 2002), (Lehmann *et al.*, 2013), recomendam que as medições sejam realizadas à noite e/ou em dias de céu nublado, (Cerdeira *et al.*, 2011) acrescenta ainda o início da manhã. Assim como a radiação solar, o vento também tende a afetar as temperaturas superficiais dos elementos construtivos do edifício. Para Quintero (2009) dependendo das pressões da fachada, o vento pode originar infiltrações ou fugas de ar. Além disso, o vento arrefece a superfície, devido a redução da resistência térmica superficial.

Um estudo realizado por Feijó (2013), onde retrata que é possível verificar a partir da termografia uma manifestação patológica artificial em blocos cerâmicos revestidos com argamassa sujeitos a um ambiente com temperatura e umidade relativa não controlados, delimitando o contorno dessa manifestação patológica que não era visível sob o revestimento de argamassa.

Ainda segundo Feijó (2013) existe vários edifícios que apresentam revestimento colado, requerendo assim inspeções periódicas para analisar e descobrir possíveis deficiências, a fim de serem reparadas, evitando possíveis acidentes. Logo, a termografia permite identificar a falta de aderência de ladrilhos e painéis de pedra na fachada de uma edificação e assim reduzir os custos de inspeção.

A Figura 21 mostra um exemplo da aplicação de termografia infravermelha na fachada de edificações.

Figura 21 – Termografia em fachada de edifícios.



Fonte: Barreira (2004).

Nota-se pela Figura 21 que a termografia infravermelha permite detectar anomalias que se manifestam através do gradiente térmico, de forma, rápida, sem destruir o local e a consideráveis distâncias. Durante o dia a fachada está exposta a radiação solar, onde o calor absorvido vem ser conduzido para o interior do elemento construtivo após o aumento da temperatura superficial. Quando a noite chega, ocorre a inversão do fluxo de calor, e a superfície da fachada começa novamente a aquecer, irradiando sua energia para a atmosfera (BARREIRA, 2004).

As anomalias presentes no revestimento das fachadas formam barreiras térmicas localizadas à transferência de calor, devido à formação de lâminas de ar que ficam localizadas entre o revestimento e o elemento de suporte. Na fase de aquecimento, dificultam o fluxo de energia absorvida para o interior da parede, formando um aumento de temperatura na zona dos defeitos, que são visualizados como pontos quentes.

Dessa forma, na fase de arrefecimento o calor que vem do interior da fachada através da ação da lamina de ar vem ser impedido de chegar de forma direta a superfície. Devido ao fato de, na zona da anomalia, a inércia térmica tende a ser inferior à da superfície corrente, assim a energia é perdida de forma mais rápida, constituindo assim o que se chama de um ponto frio (SANTOS, 2014).

5 METODOLOGIA

5.1 Tipo de pesquisa

Configura-se este trabalho como uma pesquisa do tipo descritiva, por meio de referências bibliográficas para a construção da base teórica desta monografia. O método qualitativo também se fez presente, por meio da documentação fotográfica, conduzindo assim a um diagnóstico, que possibilitou observar e concluir a presença de patologia no revestimento estudado.

Também foi necessário o estudo de campo com base na técnica da termografia infravermelha, onde foram feitos os levantamentos, de forma prática, sobre o edifício aqui estudado. As visitas ao local de estudo foram imprescindíveis para conseguir as informações necessárias, analisar a realidade do local e aplicar a técnica de inspeção predial com auxílio da câmera infravermelha.

5.2 Localização Geográfica do Estudo

Este estudo foi realizado no edifício cujo nome é Dom Luís I-II, localizado na cidade de São Luís do Maranhão, no bairro Renascença, bairro esse considerado de grande importância na capital. Segundo Trinta (2007), essa área está localizada nas coordenadas $2^{\circ} 29' 55''$, 9 lat. (s) e $44^{\circ} 17' 15''$, 9 long. (w). Ao Norte tem limites com os bairros Ponta do Farol e Ponta d'Areia, a leste também com a Ponta d'Areia, ao sul com Renascença e Santa Eulália, este último tem limite até o Oeste.

O edifício Dom Luís I-II, tem como características aplicação de revestimentos tanto cerâmico como argamassado, uma vez que nas áreas que se fazem presentes esses dois tipos de revestimento, pode-se observar nitidamente algumas patologias, porém através do uso da termografia infravermelha foi melhor a precisão das imagens patológicas.

Logo abaixo a Figura 22 mostra a localização do edifício estudado e na Figura 23 podemos ver a fachada frontal do edifício.

Figura 22– Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado de Google Earth (2021).

Figura 23 – Edifício do Condomínio Dom Luís I-II (fachada frontal).



Fonte: Autor (2021).

Conforme na imagem acima, foi levado em consideração a situação em que se encontra a fachada ao escolher esse edifício para estudo, pois a mesma apresenta um estado de desgaste, no qual um problema como esse a qual denominado de

patologia, acaba não se tornando interessante esteticamente para quem passa na avenida na qual o edifício está localizado.

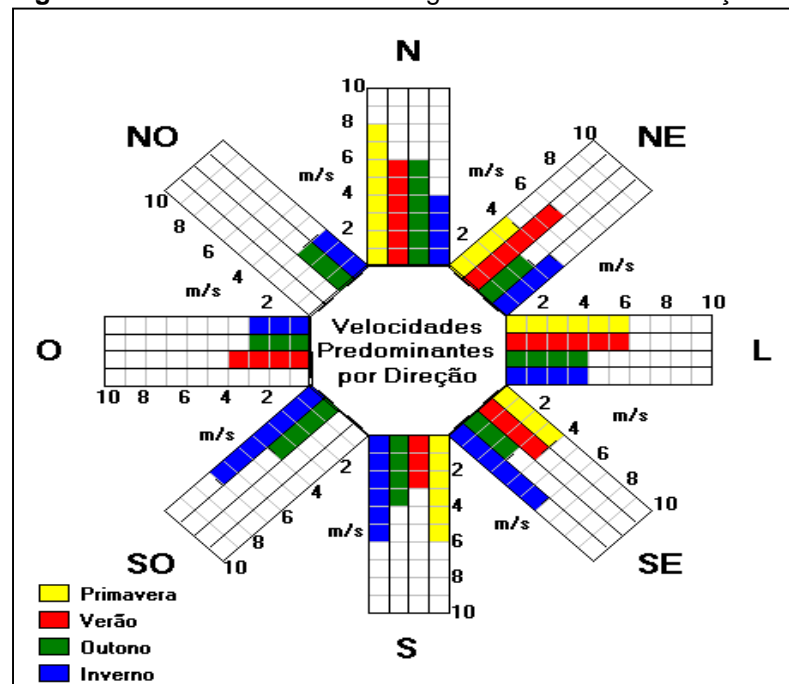
5.2.1 Variações ambientais

O condomínio Dom Luís I-II, conforme o mapa colocado no item anterior referente a sua localização, nota-se que estar localizado a meados da Lagoa da Jansen, local que faz parte do litoral maranhense, sendo caracterizados por ventos, águas, fatores esses que contribuem fortemente para situações patológicas.

Dessa forma, o vento na região é algo proporcional ao litoral, onde no período de chuva ele tem uma maior intensidade na área. Logo, segundo Trinta (2007) devido os ventos seres constantes, numa velocidade que varia de 2,1 a 5,9 m/s sendo esses no sentido nordeste, existem ventos com uma frequência menor no sentido leste e sudeste, em que na medida que forem aumentados, acaba que influenciando na durabilidade da fachada.

Na Figura 24 abaixo, retrata de forma prática, como ocorre os ventos na região do bairro renascença, local do edifício em estudo.

Figura 24 – Rosa dos ventos da região do Bairro Renascença.



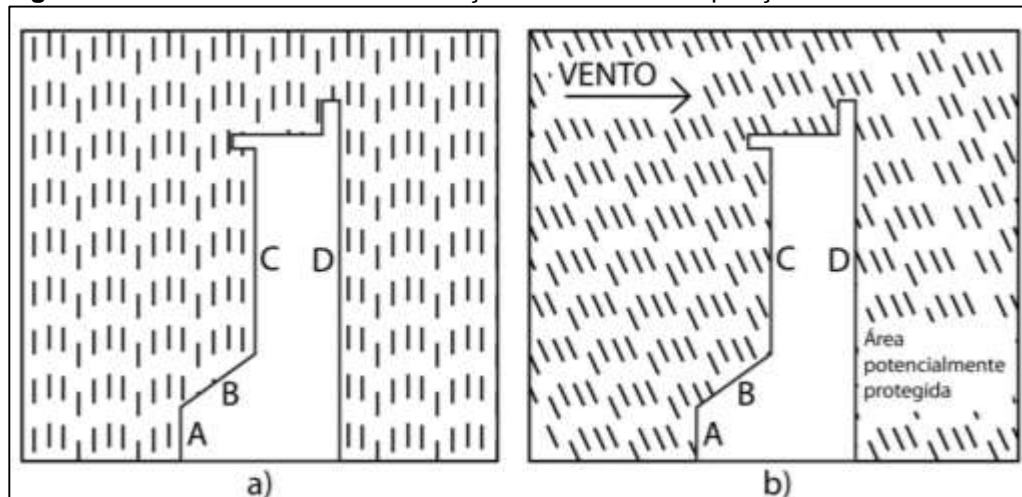
5.2.2 Chuva dirigida e durabilidade da fachada

De acordo com Batista *et al.* (2017), nas edificações a chuva dirigida é uma grande fonte de umidade, afetando exigências funcionais importantes da fachada como as hidrotérmicas e a durabilidade das mesmas. Logo a durabilidade de uma edificação está interligada com os agentes ambientais que predominam no local, agentes esses que causam a deterioração dos seus componentes, em que as precipitações são umas das grandes causadoras das manifestações patológicas em ambientes externos.

Desta forma, as consequências que vem da chuva dirigida, como a presença da sua água nas fachadas, se tornam um grande problema para realização da manutenção, uma vez que a umidade acaba tendo contato com os materiais acarretando danos.

Assim, se tratando do edifício em questão, em boa parte, tem-se a presença de ventos com bastante frequência, ou seja, bem ventilado, sendo no sentido norte considerado a mais arejada uma vez que a fachada lateral esquerda e a frontal, acabam estando em contato direto.

Figura 25 – Influência do vento na direção das chuvas e exposição a fachada.



Fonte: Batista *et al.* (2017).

Conforme a Figura 25 acima, nota-se que na imagem “a” na fachada do edifício não tem a presença dos ventos. Na imagem “b” já se tem a presença do vento no local. Ambas as imagens têm o intuito de demonstrar como a ação do vento ocorre em momento de chuva e como a fachada fica exposta a essas ações. Desta forma,

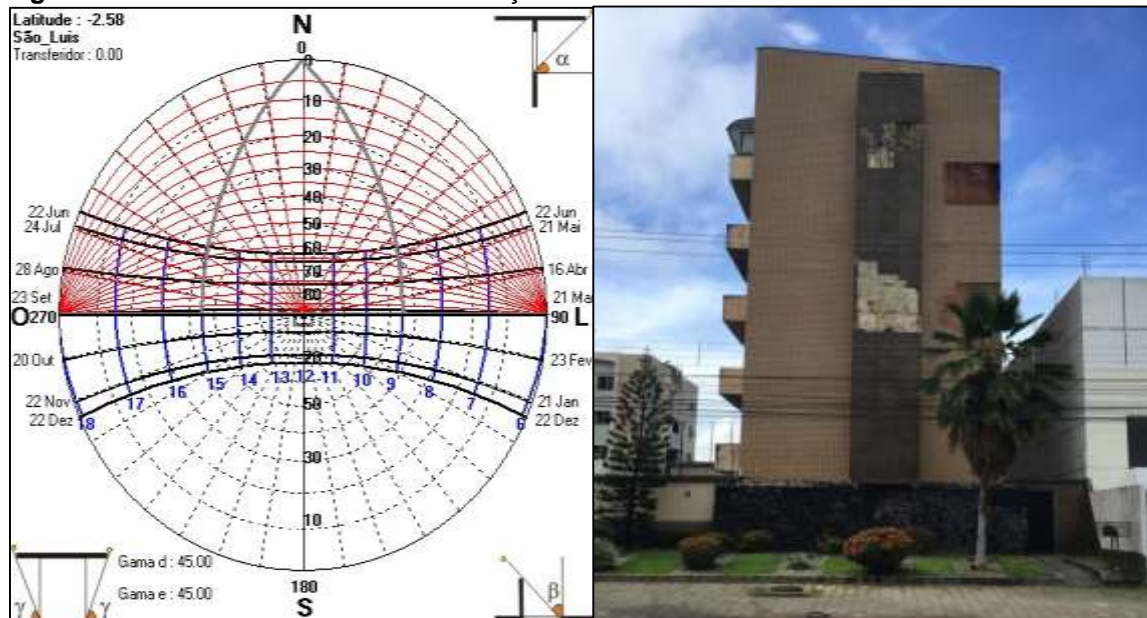
ainda como base na imagem acima, dependendo de como vai ocorrer a ação dos ventos no momento de chuva, alguns problemas podem surgir, como manchas, infiltrações, presença de fungos, problemas esses que também se fazem presente do edifício estudado.

5.2.3 Insolação

A insolação é algo não positivo para um edifício podendo ocasionar um desgaste acelerado da fachada. Desta forma, no edifício estudado, devido a sua localização, o sol pela manhã aparece na parte da lateral direita da fachada e durante a tarde, além de se fazer na fachada lateral direita está em uma parte da fachada frontal.

Na Figura 26, temos a imagem da fachada que, de acordo com as posições geográficas, fica provável ao sol ocorrendo assim as incidências solares e é possível perceber que está em péssimas condições.

Figura 26 - Carta solar do bairro renascença.



Fonte: Autor (2021).

Com base na imagem da carta solar, a parte em que está destacada de vermelho é onde se encontra uma grande incidência solar, assim agindo em toda fachada e colaborando para um estado de degradação conforme imagem da fachada do edifício.

5.3 Coleta de dados

Através do estudo de caso realizado no condomínio Dom Luís I-II, as informações necessárias para aprimoramento da pesquisa foram coletadas, assim como alguns registros também foram feitos através da câmera de termografia infravermelha.

5.3.1 Desenvolvimento do trabalho

Em relação a data e condições climáticas, inicialmente o trabalho foi dividido em duas etapas:

a) No dia 28/04/2021, caracterizou-se pela avaliação do local e instalação dos componentes que mediram a velocidade do vento, temperatura do ambiente e umidade relativa do ar;

b) Nos dias 29/04/2021 e 30/04/2021, caracterizado pela documentação fotográfica do edifício no condomínio Dom Luís I-II. As imagens termográficas e as fotos em câmera digital foram retiradas nesse dia. A coleta em ambos os dias se iniciou às 7:00 horas, concluindo às 17:00 horas.

Em relação às condições ambientais, o Quadro 3 retrata as características da região onde está localizado o alvo.

Quadro 3 – Data e condições ambientais da execução.

Período	Dia 28/04/2021	Dia 29/04/2021	Dia 30/04/2021
Manhã	Céu aberto com nuvens	Céu aberto sem nuvens	Céu nublado
Tarde	Céu aberto com nuvens	Céu nublado	Céu aberto com nuvens
Fim da Tarde	Céu aberto com nuvens	Céu aberto com nuvens	Céu aberto com nuvens

Fonte: Autor (2021).

5.3.2 Descrição dos equipamentos

O equipamento termográfico foi escolhido a câmera FLIR E8 (Figura 27), possuindo uma emissividade de 0,95, na qual sua temperatura depende da variedade da distância em relação as fotos tiradas.

Figura 27 - Câmera Termográfica FLIR E8.



Fonte: Autor (2021).

Logo em seguida na Figura 28, mostra um outro equipamento que foi utilizado na pesquisa, denominado de um anemômetro digital mda-01 minipa, onde tem como função fornecer a temperatura do ar e velocidade em m/s.

Figura 28 - Anemômetro digital MDA-01 minipa.



Fonte: Autor (2021).

E por fim, a imagem que mostra o equipamento denominado de FLUKE-971, onde sua função é a medição da temperatura do ambiente e também a umidade do ar.

Figura 29 - Medidor de temperatura e umidade do ar FLUKE-971.



Fonte: Autor (2021).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com Cortizo (2007), os resultados obtidos através da termografia infravermelha estão baseados na distribuição de temperaturas superficiais detectadas na fachada do edifício em estudo, sendo analisado e visualizado por meio de uma radiação térmica emitida na superfície.

6.1 Medições em campo

Primeiramente foi necessária uma avaliação para analisar as condições do clima, logo utilizando o equipamento anemômetro mda-01 minipa, foi feita a medição da velocidade do vento, assim como também foi utilizado o equipamento chamado FLUKE – 971 responsável por medir a temperatura ambiente e a umidade do ar.

6.1.1 Medições da velocidade do vento

Os dados relacionados a medição da velocidade do vento no bairro do Renascença no dia 29/04/2021 estão relatados no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Medição da Velocidade do Vento.

Medida Velocidade do Vento – Ambiente Externo			
Dia	Nº da Medição	Hora	Velocidade (m/s)
29/04/2021	1	7:00	1,8
	2	9:00	2,2
	3	11:00	2,1
	4	13:00	1,7
	5	15:00	1,8
	6	17:00	2,3

Fonte: Autor (2021).

6.1.2 Medição da temperatura ambiente e da umidade do ar

Através do equipamento FLUKE – 971, foram registrados no Quadro 5 abaixo, os resultados obtidos referentes a temperatura e umidade relativa do ar.

Quadro 5 – Medida de Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar

Medida de Temperatura Ambiente e Umidade Relativa do Ar			
Data e Horário		Ambiente Externo	
		Média temperatura	Média Umidade do ar
		(°C)	(%)
29/04/2021	07h00min	25,3	80,5
	09h00min	27,8	69,2
	11h00min	31,2	61,8
	13h00min	29,7	66,9
	15h00min	27,9	72,2
	17h00min	26,3	71,8

Fonte: Autor (2021).

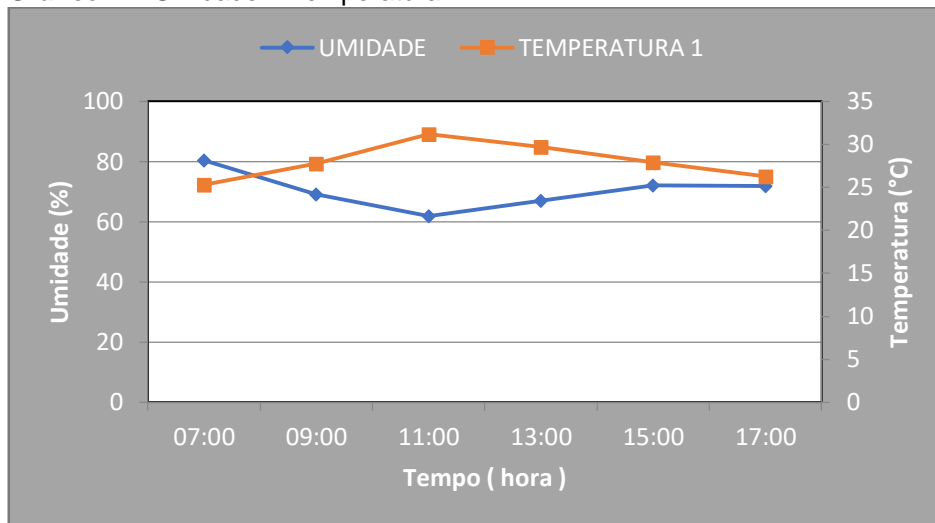
6.2 Análise dos resultados da termografia – condições ambientais

Em reação aos resultados Cortizo (2007), diz que os resultados obtidos por meio da termografia, é possível observar importantes diferenças na resolução visual dos termogramas, onde as principais características estão relacionadas à umidade relativa do ar e o tipo e quantidade de energia atuante garantindo assim a resposta visual desejada.

Primeiramente, ao iniciar o processo de validação dos resultados obtidos, se fez necessário analisar os dias que seriam favoráveis para fazer uso da termografia no edifício na qual se trata o trabalho, uma vez que outros fatores atrelados a esse, também foram levados em questão, como as condições ambientais, como por exemplo resfriamento e aquecimento da superfície, como também variação da umidade relativa do ar.

Logo, através do levantamento fotográfico que foi feito juntamente com as análises referente as condições do ambiente realizados durante o dia, observou-se que a superfície externa do edifício que recebe a radiação solar, apresentou melhor resolução visual nos períodos da manhã e fim de tarde.

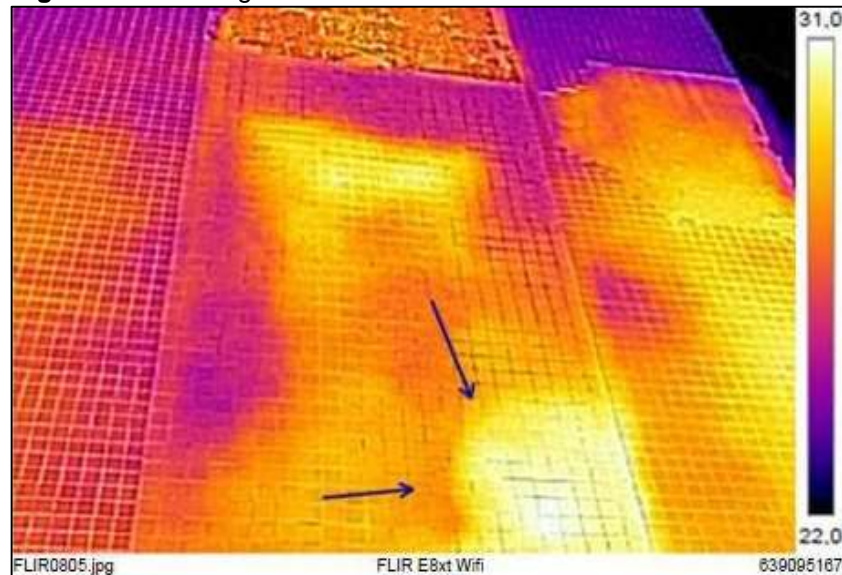
Dessa maneira, tal comportamento ocorre, devido a influência da energia solar com o revestimento da superfície, ocorrendo assim a distorção das imagens, podendo chegar a uma conclusão de que todo o revestimento, esteja com a presença de patologias. Assim, através do Gráfico 1 abaixo, nota-se a influência da umidade relativa do ar na resolução da imagem, onde no período da manhã e fim da tarde a presença é maior do que ao meio dia.

Gráfico 1 – Umidade x Temperatura

Fonte: Autor (2021).

Nas Figuras 30, 31 e 32 abaixo, observa-se as variações que as imagens termográficas passam no local onde o edifício está situado, sendo entre os horários de 07:00 h, 14:00 h e 17:00h, com o objetivo assim de definir melhor horário para que seja feita a análise dos resultados sem ter a distorção nas imagens.

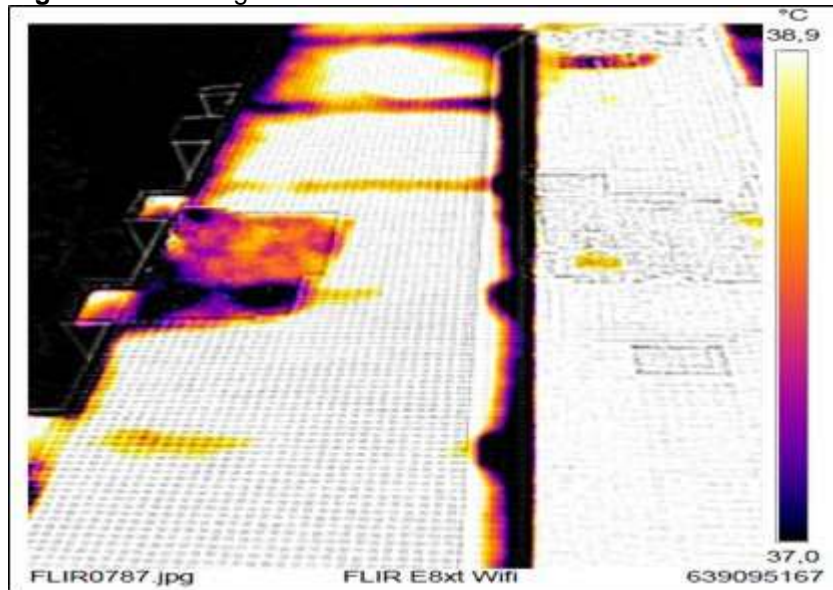
No horário das 7:00h:

Figura 30 – Termografia em Revestimento Cerâmico no horário das 07h00min horas

Fonte: Autor (2021).

No horário das 14:00h:

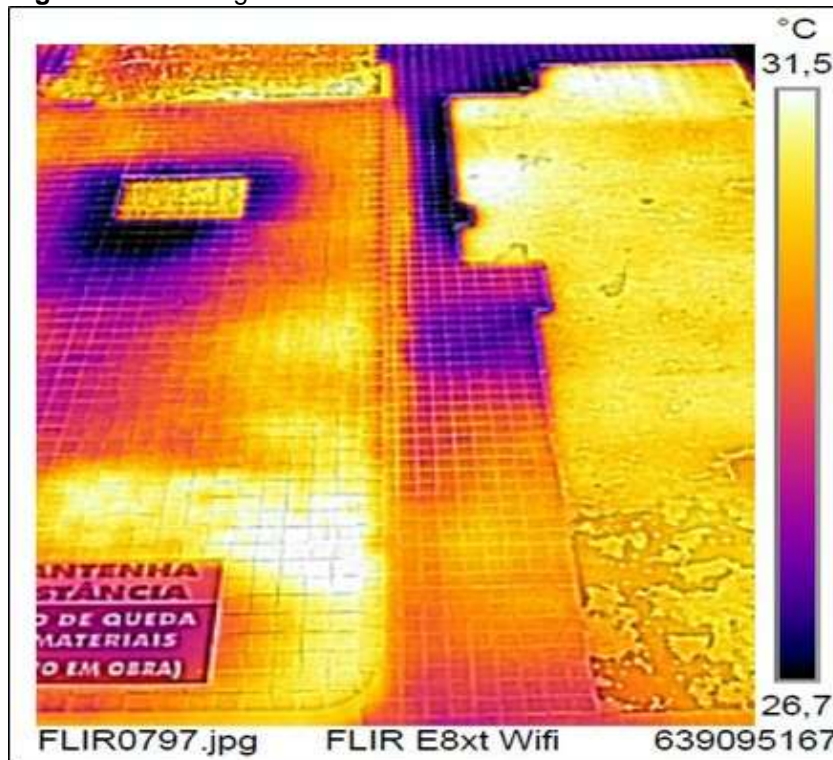
Figura 31 – Termografia em Revestimento Cerâmico no horário das 14h00min horas.



Fonte: Autor (2021).

No horário das 17:00h

Figura 32 – Termografia em Revestimento Cerâmico no horário das 17h00min horas.



Fonte: Autor (2021).

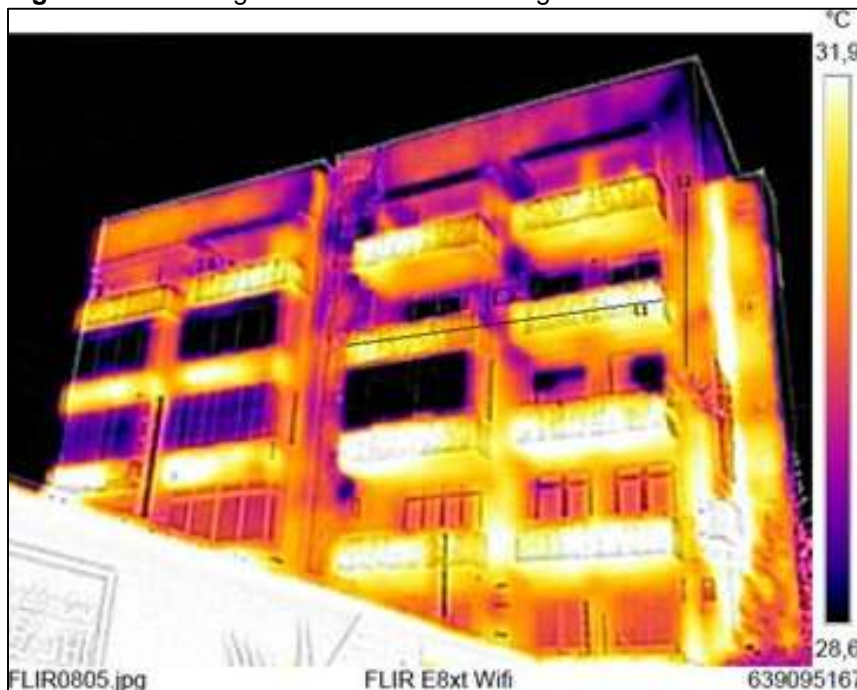
Nota-se pelas três figuras que as melhores análises se dão no início da manhã e no fim da tarde como já foi dito, devido à presença de maior umidade relativa do ar causando um resfriamento na cerâmica como um todo, deixando apenas a parte mais quente devido a provável patologia em evidência ou ainda a umidade que não tende a sumir como possível infiltração naquele local avaliado.

6.3 Análise dos resultados da termografia – resposta térmica dos materiais da alvenaria

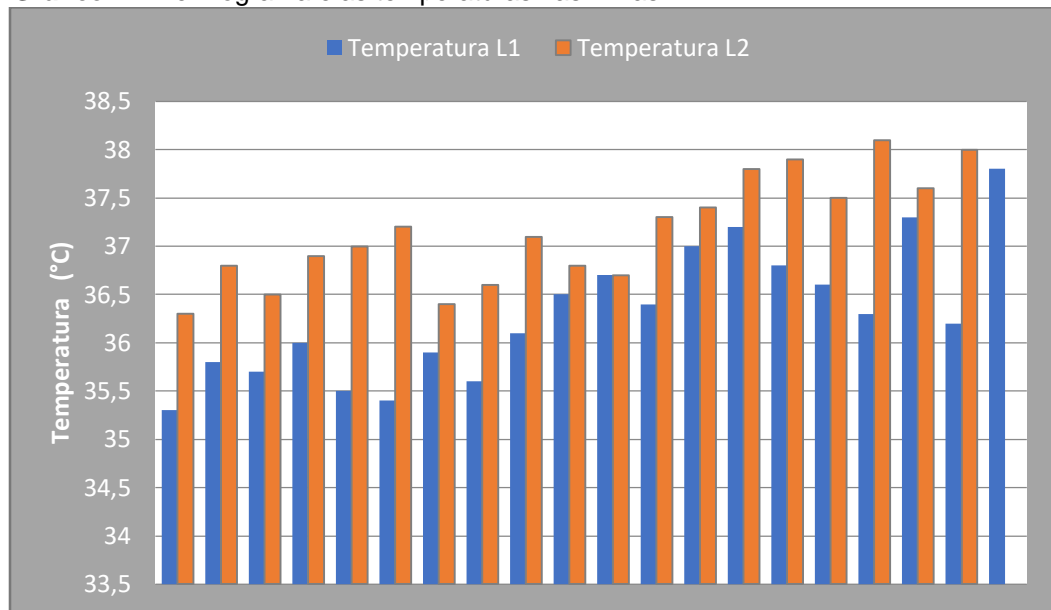
Durante a análise feita no edifício, foi possível perceber que boa parte é de revestimento cerâmico, porém nas sacadas tem-se a presença de revestimento argamassado, uma vez que esses revestimentos cada um possuem suas características assim como também absorvem calor de várias maneiras. Dessa forma, é necessário fazer a comparação entre os revestimentos cerâmicos e o argamassado, para que assim possa saber qual dos dois tem a melhor capacidade de absorver mais calor.

Assim, o Gráfico 2, tem como intuito mostrar as diferenças térmicas existentes tanto no revestimento argamassado quando no revestimento cerâmico, levando em consideração a mesma incidência solar em ambos.

Figura 33 – Termografia em revestimento argamassado e cerâmico.



Fonte: Autor (2021).

Gráfico 2 – Termograma e as temperaturas nas linhas.

Fonte: Autor (2021).

Logo, conforme o Gráfico 2 acima, a temperatura em vermelho trata-se do revestimento cerâmico, onde apresenta temperatura mínima de 36,3°C e máxima de 38,1°C, variando entre 1,8°C e 37,2°C entretanto, no revestimento argamasso representado pela cor azul, a temperatura mínima é 35,3°C chegando a uma máxima de 37,8°C, chegando a uma amplitude térmica de 2,5 e uma média de 36,5°C.

Desta maneira, de acordo com as características dos materiais que constituem a alvenaria do edifício, ao receber uma incidência solar no horário de 17:00 h, percebe-se que o revestimento cerâmico absorve uma quantidade maior de calor se comparado com o revestimento argamassado, fazendo com que esse calor e outras intempéries possam causar as patologias.

6.4 Análise dos resultados da termografia – avaliação qualitativa

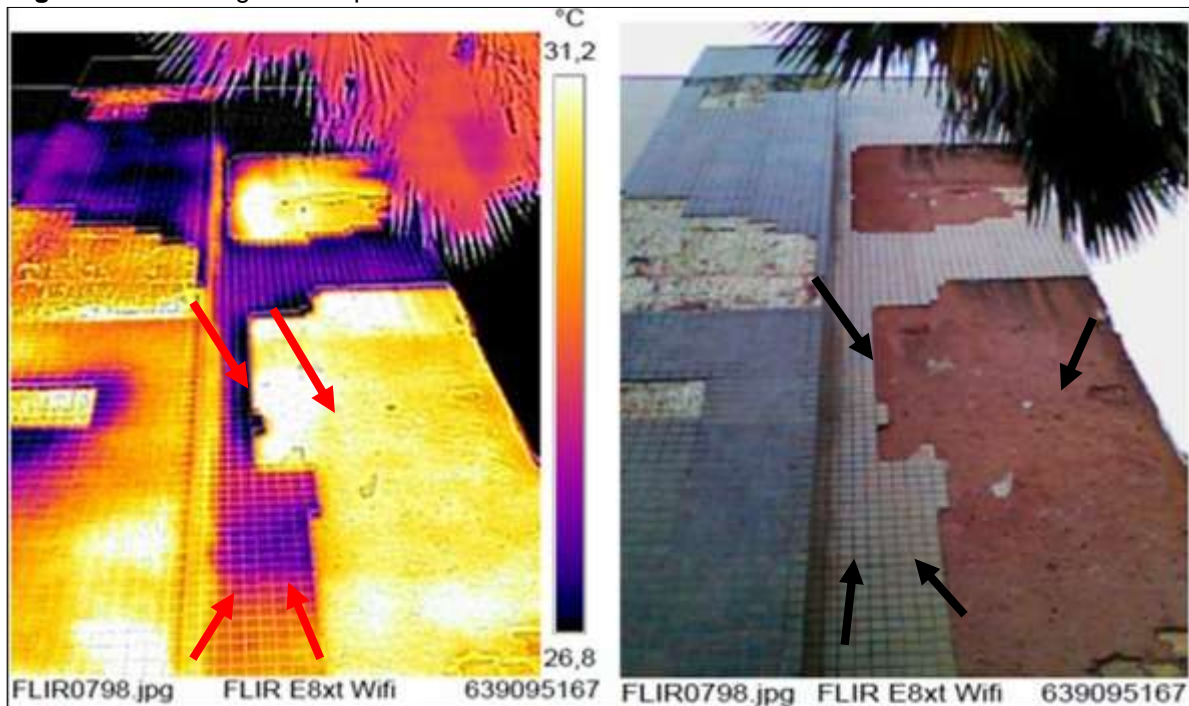
A avaliação qualitativa se tratando da análise de resultados de termografia, está relacionada a documentação fotográfica através da câmera infravermelha, na qual foi feito um levantamento dos danos presentes na fachada lateral e frontal do edifício, uma vez que esse levantamento tem como propósito identificar pela termografia, as patologias visíveis e as patologias não visíveis, e aproveitando para identificar as causas.

6.4.1 Termografia aplicada no revestimento cerâmico da fachada do edifício Dom Luís I

Durante a fiscalização, alguns pontos de infiltrações foram detectados, assim como também, deslocamento cerâmico, manchamento e outras patologias na qual algumas dessas foram formadas devido à ausência de manutenção no local e também devido a erros na execução nos procedimentos voltados para revestimento.

Através das imagens abaixo, é possível observar que a câmera termográfica FLIR E8 fez a captura de detalhes que sem a utilização da mesma, poderiam ser vistos normalmente.

Figura 34 – Termografia em parte mediana da fachada.



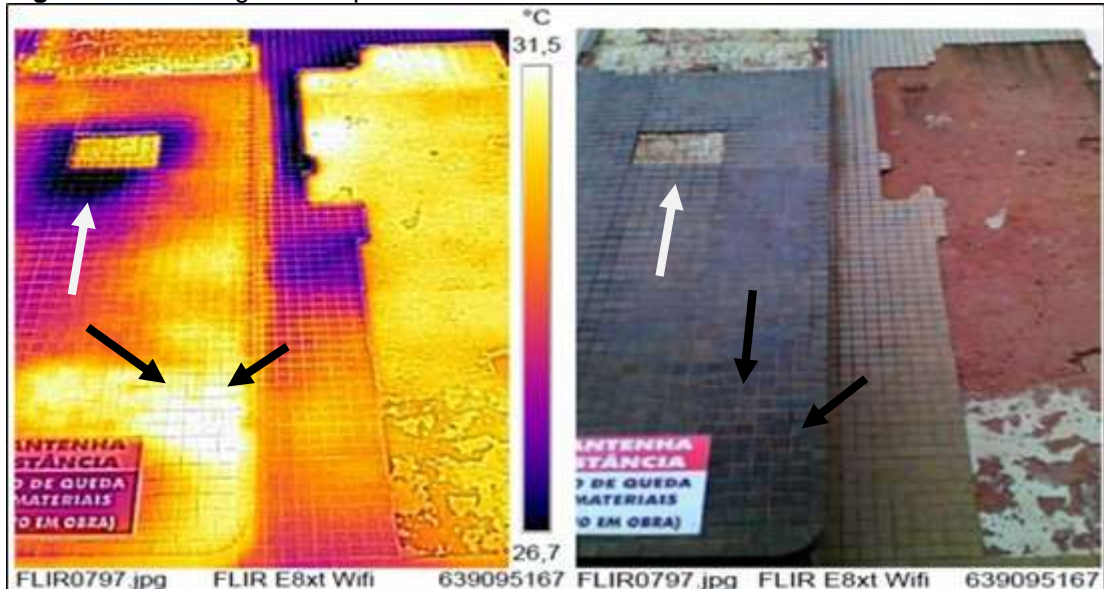
Fonte: Autor (2021).

Dessa maneira, na Figura 34 percebe-se que a fachada apresenta deslocamento que é de fácil identificação sem precisar da imagem termográfica. Logo com ajuda da tecnologia da câmera, na região na qual não se tem revestimento, ou seja, a presença do barro aparente, neste local através da imagem da câmera, percebe-se uma temperatura bem elevada.

Já na Figura 35 é possível perceber uma grande variação na temperatura no canto inferior ao lado direito da fachada, no qual mostra níveis altos na temperatura na região. Logo, observa-se também uma parte escura na cerâmica, uma tonalidade

violeta, que possivelmente possa ter sido originado devido a variação de umidade e também da radiação solar, fazendo com que assim, a mesma apresente deslocamento. Além da detecção e análise de falhas, a termografia é capaz de identificar elementos ocultos, uma vez que permite detectar objetos de maneira não destrutiva (RAPOSO, 2017).

Figura 35 – Termografia em parte inferior da fachada.

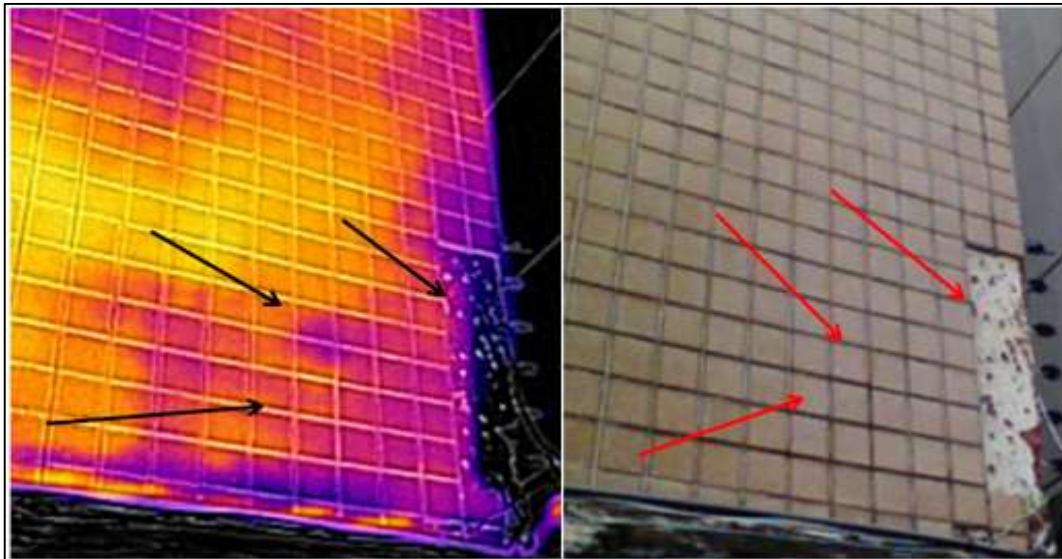


Fonte: Autor (2021).

Na Figura 36, observa-se a presença de colorações mais escuras ao lado inferior da lateral esquerda, que indicam indícios de umidade geradas por infiltração, ou seja, tudo indica que dias anteriores da pesquisa, ocorreram chuvas e provocando assim uma variação térmica na cerâmica. Pois, por meio do INPE (2019), sabe-se que nos dias de análise não houve a ocorrência de chuvas, entretanto o mês de abril é o que ocorre mais precipitações, e como Trinta (2007) diz que os ventos dessa região são predominantes em sentido nordeste com algumas incidências no sentido leste.

Com isso, a água percorreu pela região do deslocamento, ficando alojada entre a cerâmica e argamassa de assentamento, causando assim a perda de aderência.

Figura 36 – Termografia no canto inferior da fachada lateral.

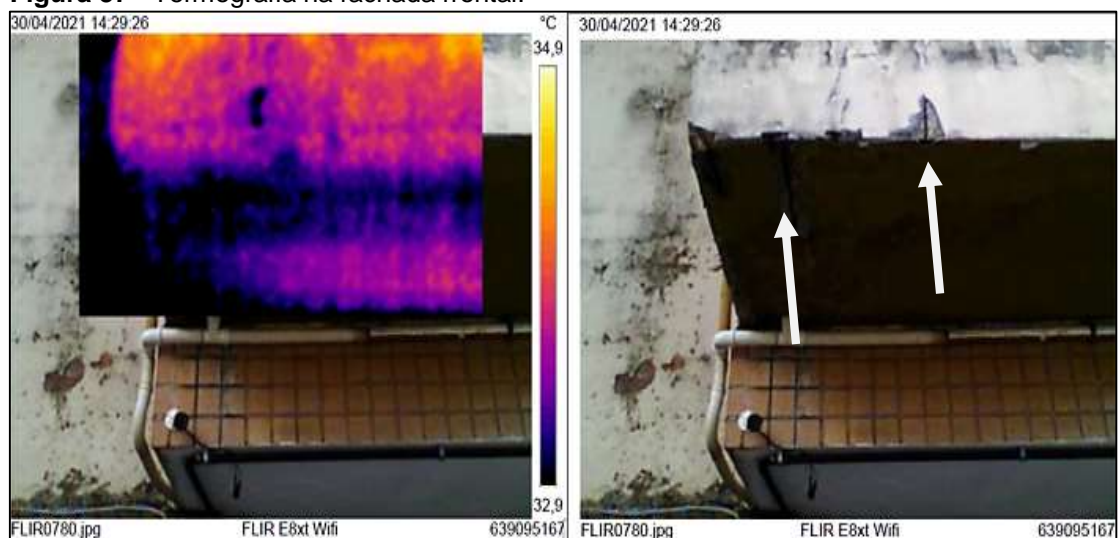


Fonte: Autor (2021).

6.4.2 Termografia aplicada no revestimento cerâmico da fachada do edifício Dom Luís II

Nas Figura 37, nota-se uma grande concentração de umidade, representadas por pigmentos roxo, onde indicam presença de patologias no revestimento, caracterizado por manchas que são ocasionadas pela ação da chuva, do vento, da variação da temperatura e da umidade.

Figura 37 - Termografia na fachada frontal.

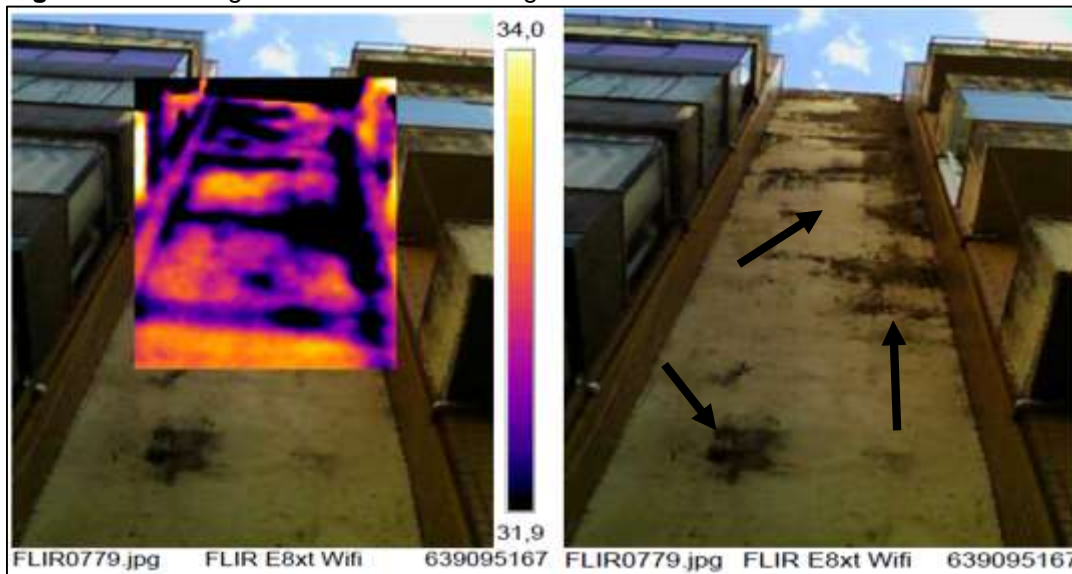


Fonte: Autor (2021).

Assim, percebe-se a separação entre o revestimento e o reboco rígido, separação essa, fazendo com o que a armadura fique exposta e com aspectos corrosivos, tal situação também pode ocorrer devido umidade intensa no local.

Já na Figura 38, é possível observar a presença de bolor, causado por fungos, sendo caracterizado por manchas escuras.

Figura 38 - Termografia no revestimento argamassado da fachada frontal.



Fonte: Autor (2021).

Conforme a Figura 38 acima, nota-se a presença de umidade ao redor da patologia, ocorrendo devido ao auxílio do vento, assim a termografia tem como objetivo mostrar o mínimo de radiação solar que reflete na região e que consegue detectar a patologia existente.

6.5 Possíveis causas das patologias relatadas

6.5.1 Possíveis causas das patologias para revestimento cerâmico

Nota-se que a avaliação do termograma se torna bastante satisfatório para gerar indícios de patologia. Entretanto, Gonçalves (2011) afirma que apenas o termograma não é capaz fornecer as informações se o inspetor não for treinado para interpretá-la. Nessa etapa serão listadas possíveis causas das patologias vistas anteriormente, de acordo com as características em que o edifício está inserido.

Na Figura 39, observa-se um deslocamento cerâmico bem extenso, onde suas causas estão relacionadas com as variações higrótérmicas. Logo o deslocamento, está localizado na fachada principal, onde fica de fácil contato com a chuva, radiação solar e ação dos ventos, como dito em tópicos anteriores é algo muito presente na região.

Figura 39 - Condições de assentamento da placa cerâmica.



Fonte: Autor (2021).

Por meio das imagens nota-se, falhas no processo construtivo, como por exemplo as juntas de dilatação e movimentação, assim como também como o substrato que recebeu a cerâmica, chamado de argamassa de saibro ou popularmente conhecido como reboco de barro.

Logo, nas Figuras 34, 35 e 36 a termografia expõe que a variação na temperatura na região, é a principal causa para que futuramente aconteça novos deslocamentos. Desta maneira, na Figura 34 existe um escurecimento na placa cerâmica que foi gerado a partir da entrada de água da chuva e também por meio da insolação recebida na região, devido ficar de frente para onde o sol é bem intenso, já na Figura 36 tem a presença de um estufamento na cerâmica.

Onde de acordo com Pavanelo (2017) sabe-se que com o auxílio do calor os materiais tendem a se expandir, e no frio eles se retraem, isso faz com que ao

passar dos anos o material cerâmico, a argamassa colante e o rejunte sujeitos as intempéries trabalhem cada vez mais.

6.5.2 Possíveis causas das patologias para revestimento argamassado

Diante da Figura 37, a mesma apresenta manchamento e também deterioração no revestimento e no reboco. Dessa maneira, o manchamento se dá devido a sujeira, decorrente da ação do vento e a poeira que circula no ambiente, ficando assim concentrada na fachada do edifício, uma vez que ocorrendo a chuva e juntamente com ação do vento, juntas removem a sujeira, causando uma descoloração na fachada.

Assim, tendo em vista que o edifício apresente um revestimento inadequado devido as etapas do processo de construção e também a utilização de materiais ultrapassados, situações essas podem influenciar na formação de manchas na sacada do edifício.

Portanto, nas Figuras 34 e 35, tem-se a formação de bolor que tende a separar o revestimento, de acordo com Segat (2006), que diz que é uma alteração observável macroscopicamente na superfície dos materiais sendo uma consequência da proliferação de fungos. Esse tipo de patologia acontece por conta da incidência da umidade, por meio das chuvas e do vento, como também outros fatores condicionantes que contribuem para o surgimento, como permeabilidade do revestimento, ventilação inapropriada e umidade de condensação.

6.6 Representação gráfica do mapa de danos

A representação gráfica da elaboração do mapa de danos, incluem três tipos de métodos, segundo Tinoco (2009), sendo eles:

a) Método direto: realiza as explorações por meio de contato e manipulação direta sobre a edificação. O método se utiliza de ações destrutivas para validação de resultados;

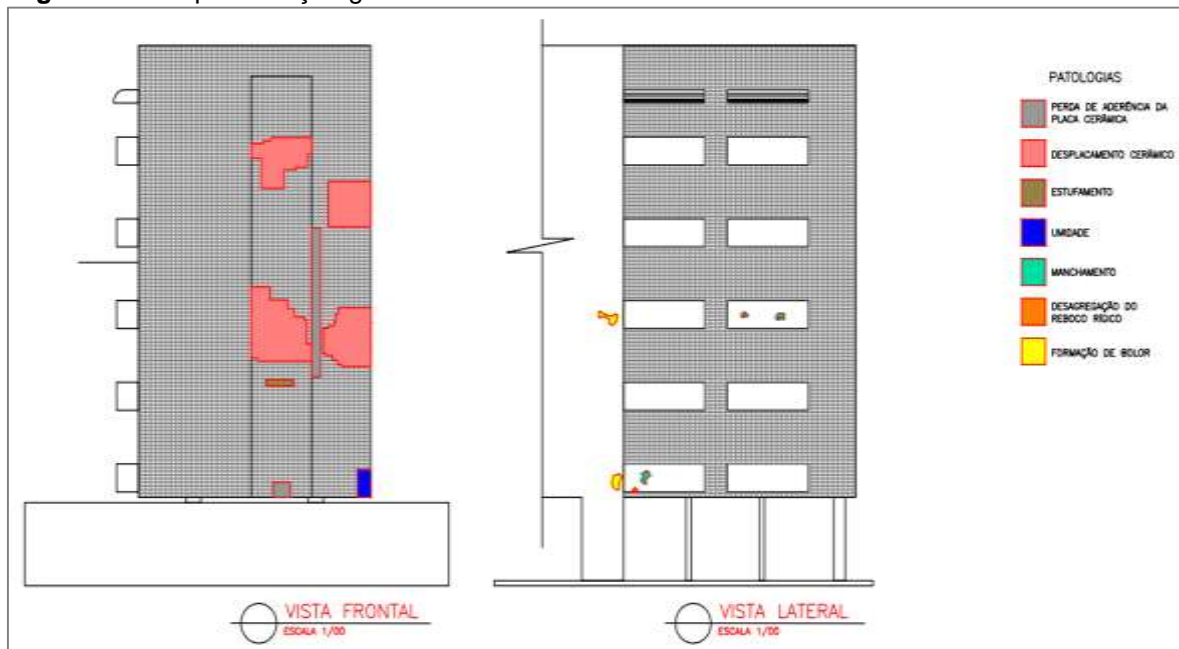
b) Método indireto: se utiliza investigações por documentos escritos, gráficos, testemunhos orais, emprego de tecnologias. Logo trata-se de ações não destrutivas baseadas em informações que levam a hipóteses e conclusões;

c) Método misto: a investigação ocorre somente através de método não destrutivo, aplicando ações minimamente invasivas com investimento em tecnologia avançada.

O método escolhido para o presente trabalho, foi o método indireto, visto que foi realizado até agora uma busca por informações com o auxílio de moradores do edifício, além de análises dos danos que o edifício está sofrendo por meio da termografia infravermelha.

Portanto a identificação dos danos, e suas possíveis causas, a representação da fachada frontal e lateral do edifício Dom Luís foi desenvolvida no Autocad, visando a demarcação dos pontos em que existem avarias. A Figura 40 mostra a representação das fachadas expondo os pontos em que estão ocorrendo patologias.

Figura 40 – Representação gráfica dos danos no edifício Dom Luís



Fonte: Autor (2021).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa aqui fundamentada buscou apresentar a possibilidade do uso da termografia infravermelha como ferramenta para inspeção e detecção de manifestações patológicas em fachadas. Esse método tem capacidade de avaliar informações que antes não eram possíveis de serem avaliadas a olho nu, além daquelas que podem ser facilmente detectadas, sendo possível pois os materiais apresentam diferenças térmicas que a câmera infravermelha é capaz de detectar, medindo a temperatura superficial do edifício e avaliando as características do mesmo por meio da heterogeneidade do termograma.

A técnica empregada na pesquisa realizada no edifício Dom Luís I-II foi de forma passiva, sem nenhum estímulo térmico artificial, apenas com a contribuição da incidência solar atuando sobre a fachada. Além disso, este trabalho fundamentou-se em diversas bibliografias buscando compreender a confiabilidade da técnica para aplicação, os cuidados que deveriam ser tomados para correta aplicação e as dificuldades e limitações da técnica para esse campo de aplicação. Dentre diversas outras questões estudadas, também foi utilizado a metodologia qualitativa, visto que não foi mensurado ou quantificado os valores de temperatura superficial da fachada, sendo apenas considerado para critério de avaliação.

Para detectar os danos patológicos na fachada do edifício Dom Luís, foi feito um mapeamento através do método da termografia infravermelha, no qual seguiu alguns critérios para maior precisão dos resultados. O primeiro resultado envolveu a escolha do melhor horário para realizar a avaliação termográfica no ambiente externo na região do bairro onde o edifício está localizado. De acordo com o aumento da umidade relativa do ar, foi constatado que o horário do início da manhã e no fim da tarde são os horários ideais para melhor avaliação das patologias, pois apresentam um melhor nível de resfriamento do local de estudo possibilitando melhor avaliação das patologias. O segundo foi observado também a capacidade do revestimento argamassado e cerâmico no quesito absorção de calor, fator esse importante não só para a avaliação através do termograma mais também para o próprio desenvolvimento das patologias e por fim através da avaliação qualitativa, foi possível observar os locais com possíveis presença de patologias e relatando suas possíveis causas usando da heterogeneidade dos materiais.

Assim, através dos resultados obtidos e com a aplicabilidade da termografia infravermelha foi feita uma elaboração através de gráfico, demonstrando os danos na fachada, uma vez que o uso da termografia não causou nenhum dano na estrutura. Portanto os resultados foram satisfatórios, pois o uso da termografia infravermelha, além de fazer um diagnóstico de forma rápida e ser um método não destrutivo, também possui um baixo custo, como também não causa danos aos moradores do local, comprovando que a tecnologia facilita o serviço na engenharia.

Ao longo do trabalho desenvolvido, fica evidente a eficiência da aplicação da termografia nas inspeções prediais para identificação de diversas patologias, porém vale ressaltar que essa tecnologia é um suporte ao engenheiro para avaliação dos resultados, cabendo a ele através das documentações fotográficas, histórico do local e da execução da obra poder chegar ao verdadeiro problema, tendo condições assim de gerar possíveis soluções.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações - Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, p. 16. 2014.
- ABNT. **NBR 15424**: Ensaio não destrutivo - Termografia - Terminologia. Rio de Janeiro, p. 4. 2016a.
- ABNT. **NBR 15572**: Ensaio não destrutivo - Termografia - Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos. Rio de Janeiro, p. 8. 2013c.
- ABNT. **NBR 15575**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1 a 6. Rio de Janeiro, p. 71. 2013.
- ABNT. **NBR 15718**: Ensaio não destrutivo - Termografia - Guia para verificação de termovisores. Rio de Janeiro, p. 5. 2009.
- ABNT. **NBR 15763**: Ensaio não destrutivo - Termografia - Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência. Rio de Janeiro, p. 3. 2009.
- ABNT. **NBR 15866**: Ensaio não destrutivo - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos. Rio de Janeiro, p. 6. 2010b.
- ABNT. **NBR 16292**: Ensaio não destrutivo - Termografia - Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas. Rio de Janeiro, p. 5. 2014.
- ABNT. **NBR 16747**: Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, p. 14. 2020.
- ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, p. 14. 2010.
- ASDRUBALI, F., Baldinelli, G. & Bianchi, F., 2012. **A quantitative methodology to evaluate thermal bridges in buildings**. Applied Energy, 97, pp.365–373.
- BALARAS, C. a. & Argiriou, A. a., 2002. **Infrared thermography for building diagnostics**. Energy and Buildings, 34(2), pp.171–183.
- BARREIRA, E. **Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higratérmico dos edifícios**. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios) – Universidade do Porto, Porto, 2004.
- BATISTA, G. D. M.; *et al.*, **Análise do Índice de Chuva Dirigida em Cidades do Paraná e sua Importância no Projeto de Fachadas de Edifícios**. In: 2º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções (2º SPPC), artigo 2SPPC1017, pp. 199–

212, 2017.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, Editora S.A. 1995, 5.ed. 2v.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Durabilidade de revestimentos cerâmicos de fachada**. In.: Congresso Iberoamericano de Patologia de lãs Construcciones, V, CONPAT, Montevideo, 1999. Anais. Montevideo. p. 183-191.

CAPORRINO, C. F. **Patologias em alvenarias**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CARVALHO, Lucas Nunes Leite. **Inspeção predial: estudo de caso do edifício-sede da Procuradoria da República no estado do Ceará /Fortaleza,2018.**

CERDEIRA, F. *et al.*, 2011. **Applicability of infrared thermography to the study of the behaviour of stone panels as building envelopes**. Energy and Buildings, 43(8), pp.1845–1851.

CORTIZO, E. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**. 2007. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CREMONINI, R. A. **Incidência de Manifestações Patológicas em Unidades Escolares na Região de Porto Alegre – Recomendações para Projeto, Execução e Manutenção**. 1988. 169f. Dissertação (Mestre em Engenharia) Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CTE: **CTE lança Programa de capacitação para atendimento à Norma de Desempenho**. São Paulo, 29 de abr. 2013. Disponível em: <https://mgodoi.com.br/cursos/programa-de-capacitacao-de-empresas-da-construcao-civil-norma-de-desempenho-mgodoi-consultoria-empresarial/>. Acesso em 12 jan. 2021

EDIS, E., Flores-Colen, I. & de Brito, J., 2014. **Passive thermographic detection of moisture problems in façades with adhered ceramic cladding**. Construction and Building Materials, 51, pp.187–197.

FEIJÓ, E. de S., 2013. **Estudo comparativo de painéis revestidos com argamassa através de imagens no infravermelho termal**. Tese de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Porto Alegre, Porto Alegre.

FOKAIDES, P.A. & Kalogirou, S.A., 2011. **Application of infrared thermography for the determination of the overall heat transfer coefficient (U -Value) in building envelopes**. Applied Energy, 88, pp.4358–4365.

GARCIA, J. R. **Potencialidades da termografia para o diagnóstico de patologias em edifícios**. 2014. 159f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Porto, 2014

GAUSSORGUES, G., 1999. **La thermographie infrarouge- Principes**, Technologies, Application 4a ed., Paris: Technique et Documentation Lavoisier

GOMIDE, T. F., PUJADAS, F. Z., FAGUNDES NETO, J. C. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: Vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção x valorização patrimonial e análise de risco**. 1 ed. São Paulo: Pini, 2006.

GONÇALVES, T. M. A. **Análise de Sistemas de Energia e Maquinas Elétricas com Recurso a Termografia**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia) - FEUP. Porto, 2011.

GRANATO, J.E. **Patologia das construções**. This document was created using. 2002. Disponível em: <<http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2021.

HOYANO, A., Asano, K. & Kanamaru, T., 1999. **Analysis of the sensible heat flux from the exterior surface of buildings using time sequential thermography**. Atmospheric Environment, 33, pp.3941–3951.

IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DO PARANÁ. **Inspeção e Manutenção predial**, 2016.

IBAPE - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Normas de Inspeção Predial**. 2012.

INPE. **Plataforma de coleta de dados meteorológicos, e ambientais de PCD – CPTEC**. 2021. Disponível em: < <http://clima1.cptec.inpe.br/estacaochuvosa/pt>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

KANAN, M. I. **Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal**. Brasília, DF: Iphan/Programa Monumenta, 2008.

KLUPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. **Manual de conservação preventiva para edificações**. Brasília, DF: IPHAN/Programa Monumenta, 2014.

LANNES, L. **Reincidência de danos em prédio histórico preservado**. 2011. 278f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

LANZINHA, J. C. G.; GOMES, J. P. de C. O ensino da Patologia e Conservação de Edifício na Licenciatura em Engenharia Civil da Universidade da Beira Interior. In: **Encuentro Internaional de Ensenanza de La Ingeniería Civil**, Ciudadada Real, 2003.

LEHMANN, B. *et al.*, 2013. **Effects of individual climatic parameters on the infrared thermography of buildings**. Applied Energy, 110, pp.29–43.

LUZ, M. de A. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADA EM TRÊS ESTUDOS DE CASO NA CIDADE DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ**. Florianópolis. 2004.

OLIVEIRA, P. F. G. **Autovistoria predial: aspectos legais e práticos**. Monografia (Graduação) Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

OLIVEIRA, R.A.C. **Inspeção Predial: Estudo de caso do diretório central dos estudantes da Universidade Federal do Ceará**. Trabalho de conclusão de curso. Fortaleza, 2018.

PANTOJA, P. A. V. **A termografia infravermelha na salvaguarda de monumentos culturais como método não destrutivo de diagnóstico**. 2016. 81f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

PAVANELO, Darielle Jacques. **Avaliação de manifestações patológicas de fachadas da Unipampa campus alegrete utilizando a termografia infravermelha**. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pampa. Alegrete, 2017.

QUINTEIRO, A.R.F., 2009. **Utilização da termografia na caracterização de soluções construtivas**. Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, Coimbra.

RAPOSO, N. M. R. **Diagnóstico de Patologias na Construção Apoiada na Análise Termográfica**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, 2017.

RESENDE, M. de F.; MORAIS, A. F. **Revestimento de fachadas: projeto de produção para melhoria da qualidade**. Boletim Técnico. Universidade de Pernambuco. 2000. 15p

RIPPER, Thomaz; SOUZA, Vicente Custódio de. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

SAHADE, R. F. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**. 2005. 187f. Dissertação (Mestrado em habitação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

SALVADOR. Decreto nº 13251, de 27 de setembro de 2001. Dispõe sobre a regulamentação da lei nº 5907 de 23 de janeiro de 2001 e dá outras providências. **Lex**: legislação municipal. Salvador, BA, 27 set. 2001.

SANTOS, M.C.F.N. **Uso da termografia para caracterizar qualitativamente fachadas de edifícios**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil na

Especialidade de Construções . Universidade de Coimbra: Coimbra,2014.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa**: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul - RS. 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SILVA, E. M. da. **Manifestações Patológicas em revestimentos: análise e terapia**. Rio Grande do Sul. 2016.

SOUZA, V.; PEREIRA, F. D.; BRITO, J. **Rebocos tradicionais**: principais causas de degradação. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2005.

SOUZA, Isael Bernd. **Inspeção predial: um estudo de caso na cidade de Porto Alegre/RS**. Trabalho de conclusão de curso. 2017

TAVARES, F. M. **Metodologia de diagnóstico para restauração de edifícios dos séculos XVIII e XIX nas primeiras zonas de mineração em Minas Gerais**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

TELES, C. D. M. **Inspeção de fachadas históricas**: levantamento de materiais e danos de argamassas. 2010. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2010.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Mapa de danos - Recomendações Básicas**. Texto para discussão – Série 2: Gestão de restauro. Olinda, 2009.

TRINTA, Patrícia Vieira. **Análise Bioclimática do Bairro do Renascença II–São Luís–MA: realidade e perspectiva do conforto térmico em espaços externos**. 2007. 197 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

ZUCHETTI, P.A.B. **Patologias da construção civil: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari**. Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário UNIVATES: Lajeado, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DO ESTUDO



São Luis (MA), 26 de abril de 2021.

Ao
Sr. Denis Guilhon, Síndico do Condomínio Dom Luís I e II

Assunto: Realização de Estudo de Trabalho de Conclusão de Curso.

Sr.(a). Diretor(a),

No instante em que a(o) cumprimento, levo ao vosso conhecimento solicitação de autorização para que o graduando **Jose Henrique Nogueira Ribeiro Junior**, estudante do 10º período do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNDB, consiga realizar pesquisa para desenvolvimento do seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Título: USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA DE INSPEÇÃO PREDIAL ESPECIALIZADA: análise das manifestações patológicas na fachada de um edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão.

Orientador: Prof. Esp. Yuri Frazão.

Metodologia da pesquisa: Objetivo geral: identificar as anomalias construtivas e falhas de manutenção que interferem e prejudicam a funcionalidade e vida útil da fachada do edifício localizado na cidade de São Luís, Maranhão, por meio da verificação de temperaturas superficiais com imagens em infravermelho captadas com câmera termográfica.

Período de pesquisa: 26 de abril a 03 de maio de 2021.

Destaca-se que o pesquisador se compromete em manter os dados coletados em sigilo e diante da escrita da pesquisa serão utilizados nomes fictícios para preservar a empresa. Além disso, o pesquisador, também, responsabiliza juntamente com seu orientador em garantir a integridade da instituição, bem como atender aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se o(a) mesmo(a) a utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades. Agradecemos desde já o envio da autorização em duas vias para esta Coordenação, em papel timbrado, contendo a assinatura do responsável pela aprovação com carimbo e evidência do cargo/função. Ciente de que a presente demanda será analisada de modo muito especial, renovamos os votos de estima e consideração.

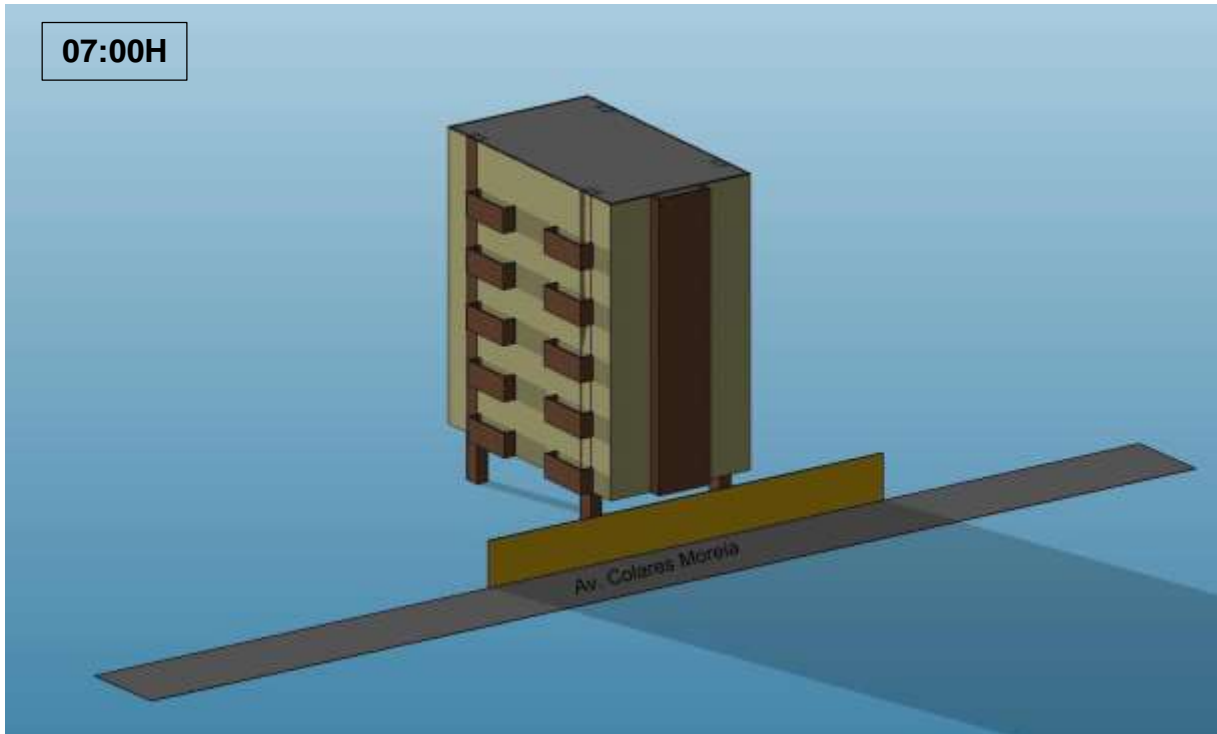
Atenciosamente.


Prof. Me. Danny dos Santos
Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Engenharia Civil
Centro Universitário UNDB

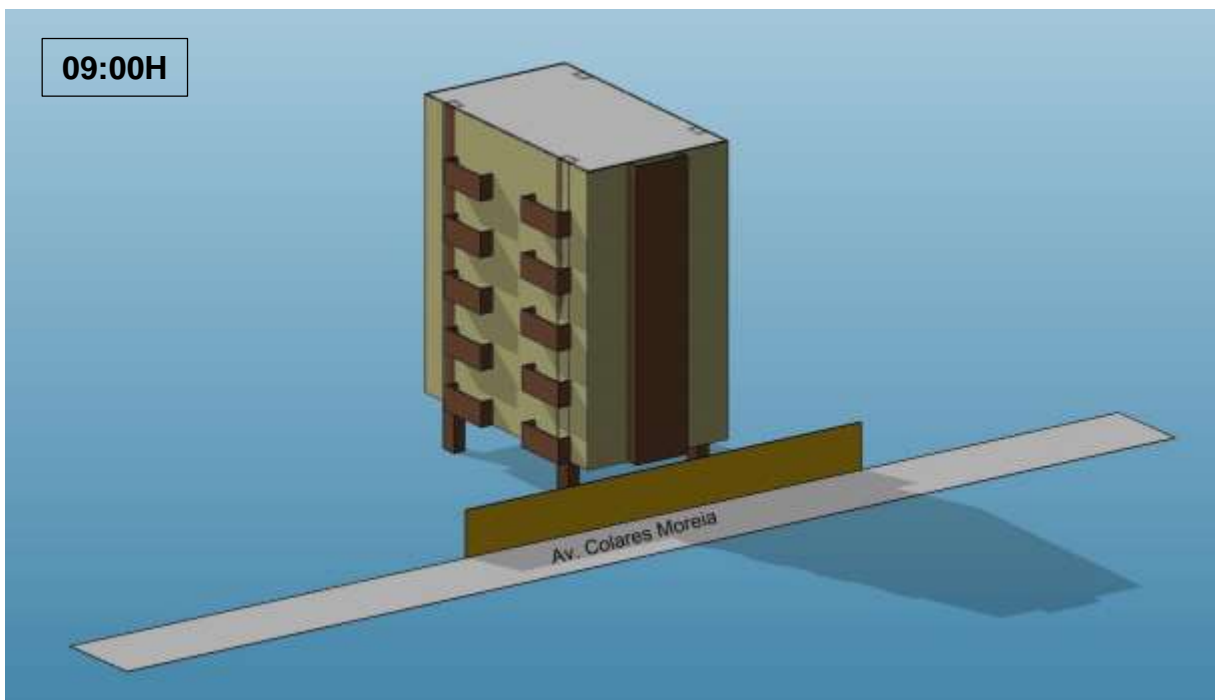

Denis Guilhon
Síndico do Condomínio Dom Luís I e II

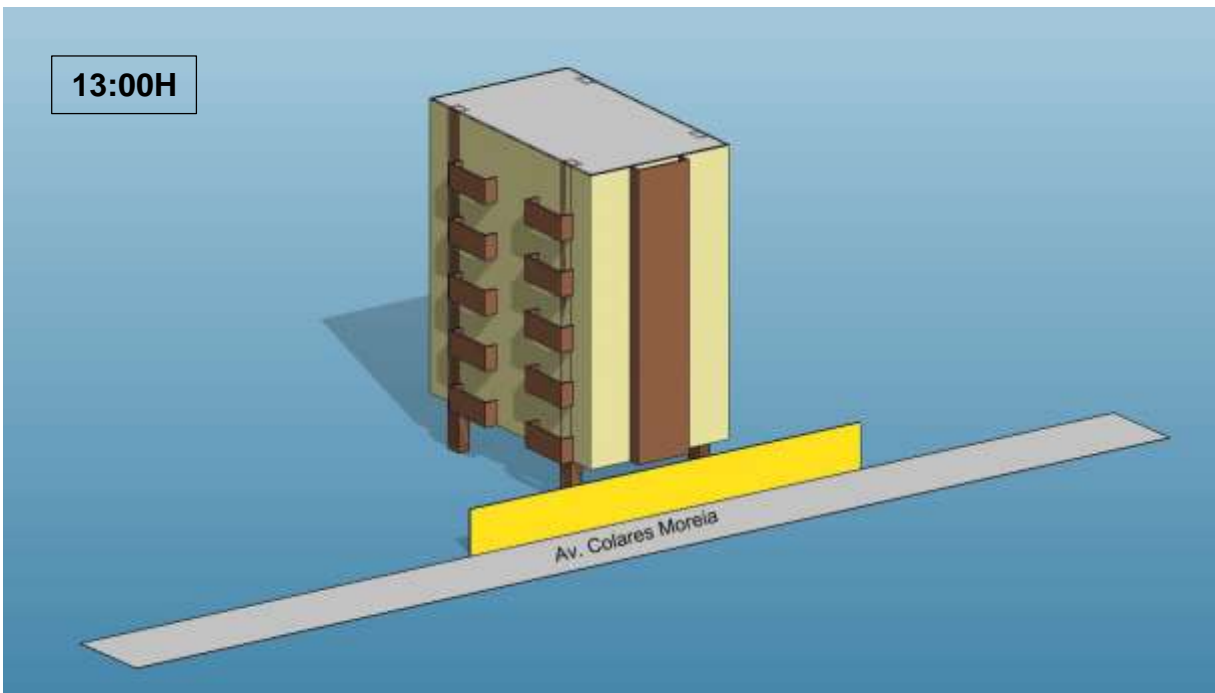
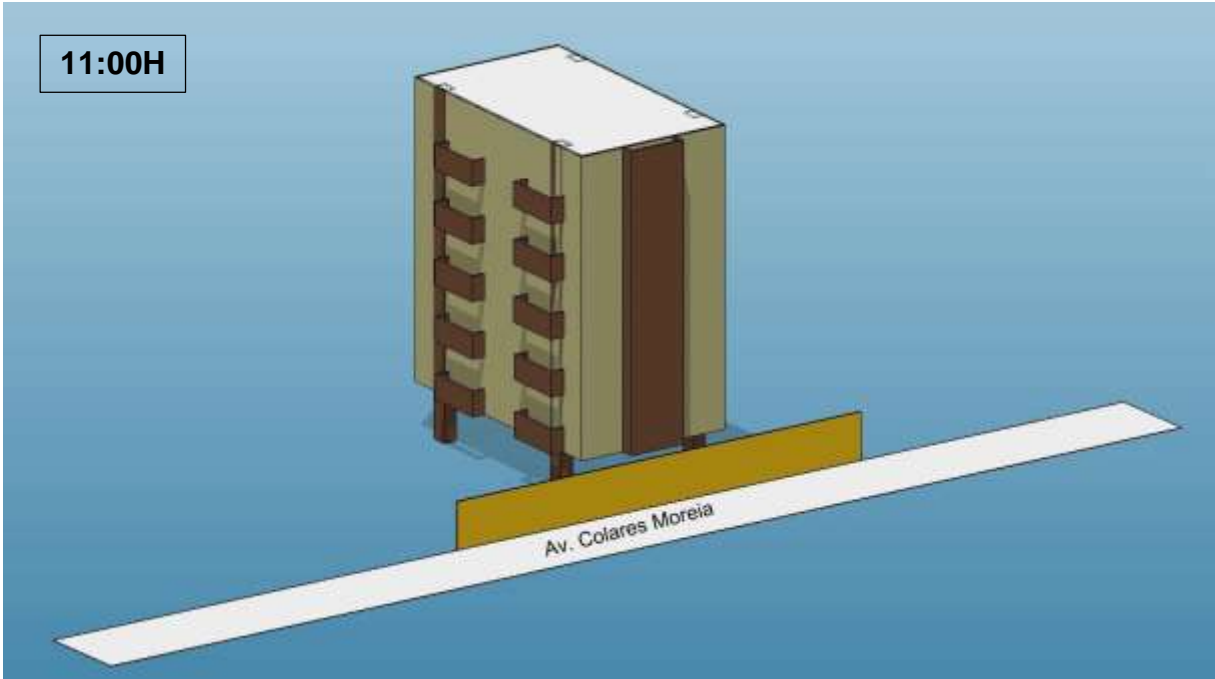
APÊNDICE B – IMAGENS DA PROJEÇÃO DA CARTA SOLAR DE ACORDO COM A HORA

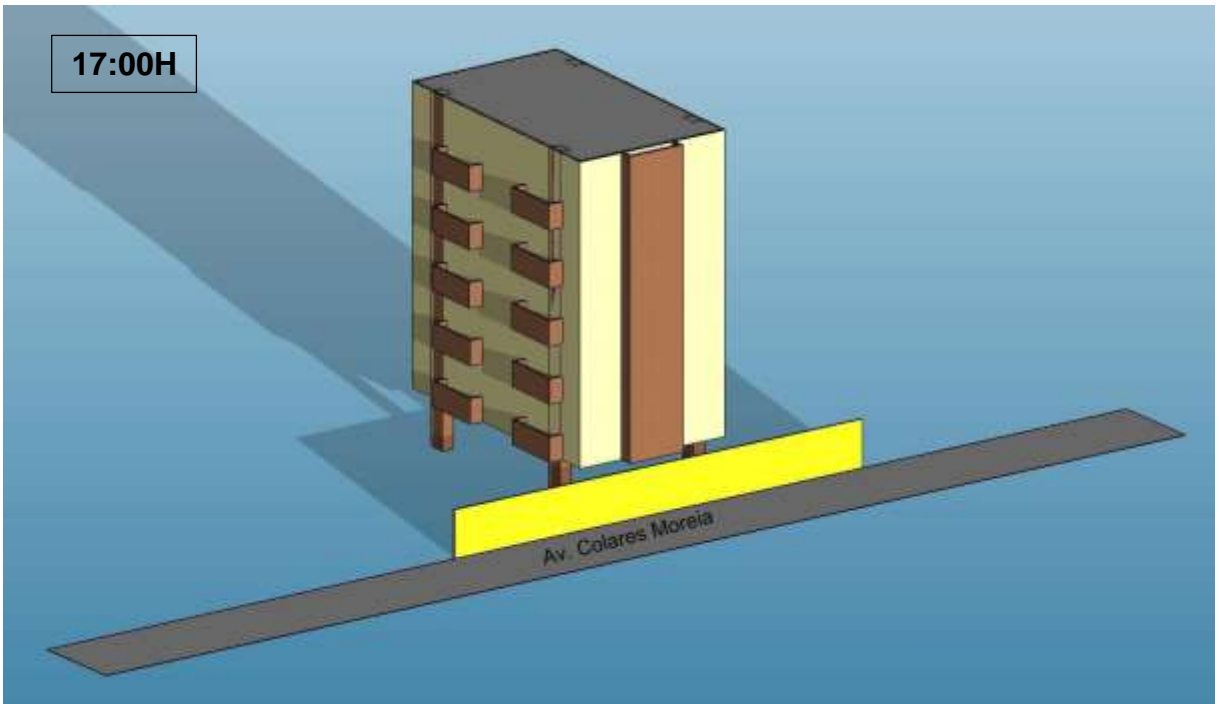
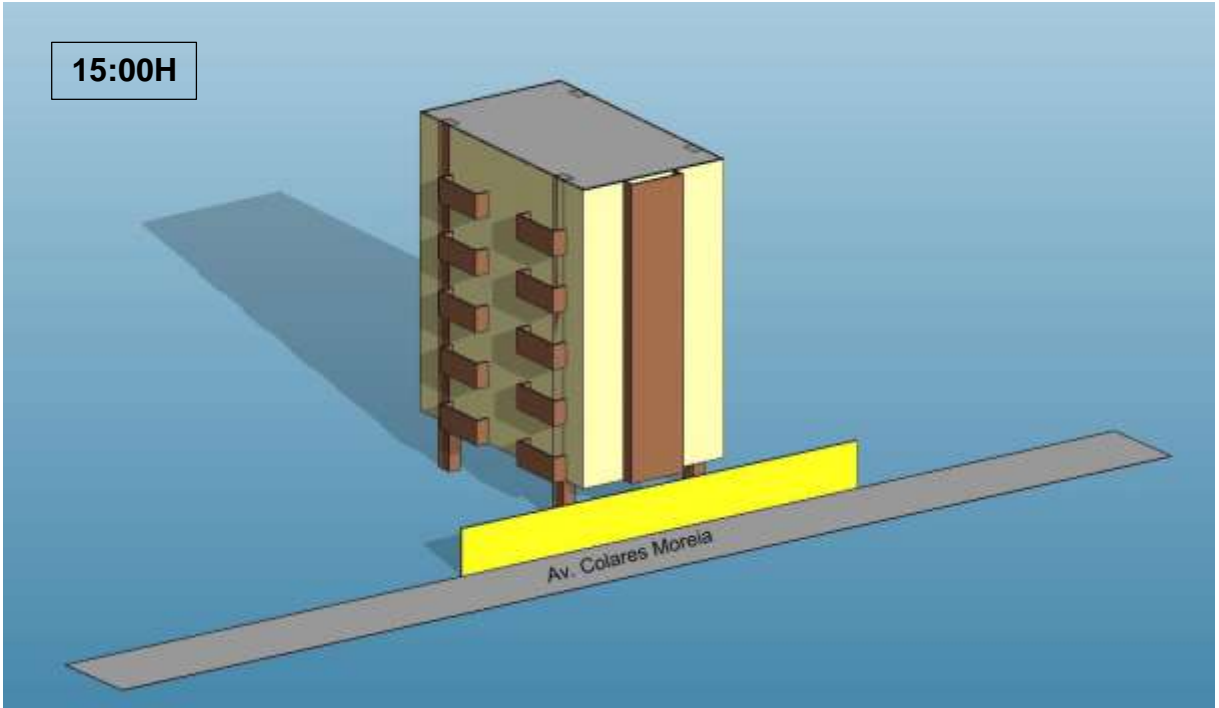
07:00H



09:00H







APÊNDICE C – RELATÓRIO DE RASTREIO (COPYSPIDER)



CopySpider
<https://copyspider.com.br/>

Page 3 of 380

=====

Arquivo 1: TCC2 - HENRIQUE NOGUEIRA 2021.2 TERMOGRAFIA - VERSÃO FINAL.docx (12441 termos)

Arquivo 2: https://www.researchgate.net/profile/Joaquin-Aquino-Rocha/publication/325450207_POTENCIALIDADE_DA_TERMOGRAFIA_INFRAVERMELHA_NA_DETECCAO_DE_INFILTRACOES_EM_EDIFICACOES/links/5b0e9d9f4585157f87230cc5/POTENCIALIDADE-DA-TERMOGRAFIA-INFRAVERMELHA-NA-DETECCAO-DE-INFILTRACOES-EM-EDIFICACOES.pdf (3143 termos)

Termos comuns: 194

Similaridade: 1,26%

O texto abaixo é o conteúdo do documento TCC2 - HENRIQUE NOGUEIRA 2021.2 TERMOGRAFIA - VERSÃO FINAL.docx (12441 termos)

Os termos em vermelho foram encontrados no documento

https://www.researchgate.net/profile/Joaquin-Aquino-Rocha/publication/325450207_POTENCIALIDADE_DA_TERMOGRAFIA_INFRAVERMELHA_NA_DETECCAO_DE_INFILTRACOES_EM_EDIFICACOES/links/5b0e9d9f4585157f87230cc5/POTENCIALIDADE-DA-TERMOGRAFIA-INFRAVERMELHA-NA-DETECCAO-DE-INFILTRACOES-EM-EDIFICACOES.pdf (3143 termos)

=====

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
 CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ HENRIQUE NOGUEIRA RIBEIRO JÚNIOR

USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA COMO FERRAMENTA DE INSPEÇÃO PREDIAL ESPECIALIZADA: análise **das manifestações patológicas** na fachada de um edifício localizado **na cidade de São Luís, Maranhão**