

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

THALITA CRISTINA DI MASIRONI ANDRADE

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA MAPEAMENTO DE DANOS DE PATRIMÔNIOS
EDIFICADOS COM O AUXÍLIO DE CÂMERA TERMOGRÁFICA
INFRAVERMELHA: ESTUDO DE CASO DA SEDE CENTRO DA UTFPR
CURITIBA**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2021

THALITA CRISTINA DI MASIRONI ANDRADE

**PROPOSTA DE MÉTODO PARA MAPEAMENTO DE DANOS DE PATRIMÔNIOS
EDIFICADOS COM O AUXÍLIO DE CÂMERA TERMOGRÁFICA
INFRAVERMELHA: ESTUDO DE CASO DA SEDE CENTRO DA UTFPR
CURITIBA**

**A method proposal for the damage mapping of cultural heritages with the
assistance of the infrared thermography: a case study of the centre head office
of the UTFPR Curitiba**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. André Nagalli
Coorientadora: Profa. Dra. Giceli Portela Cunico de Oliveira

CURITIBA

2021



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba



THALITA CRISTINA DI MASIRONI ANDRADE

PROPOSTA DE MÉTODO PARA MAPEAMENTO DE DANOS DE PATRIMÔNIOS EDIFICADOS COM O AUXÍLIO DE CÂMERA TERMOGRÁFICA INFRAVERMELHA: ESTUDO DE CASO DA SEDE CENTRO DA UTFPR CURITIBA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Construção Civil.

Data de aprovação: 03 de Março de 2021

Prof Andre Nagalli, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Jose De Almendra Freitas Junior, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Prof Rodrigo Eduardo Catai, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 03/03/2021.

À minha mãe, que me apoia em todos os rumos que resolvo tomar, que é meu exemplo, meu amor e meu porto seguro da vida.

À minha Fifi, que virou estrelinha no céu antes da conclusão desse trabalho e me importunou de amor em todos os momentos da sua jornada nesse mundo.

Ao Orion, minha estrelinha mais amada aqui da Terra.

A todos os meus amigos e amigas que, de alguma maneira, me ajudaram a manter a calma, seguir em frente e confiar em mim mesma.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador, professor Dr. André Nagalli, que mais do que tudo, confiou em mim e na minha paixão pelo tema, me manteve na linha quando eu saía um pouco dela e foi a chave para que eu conseguisse ingressar e concluir o mestrado.

À minha coorientadora, professora Dra. Giceli Portela, que se tornou minha amiga, companheira de desbravamentos com o nosso grupo de pesquisa e que foi uma das pessoas mais importantes na minha jornada dentro da UTFPR como discente. Com certeza sem ela, eu não teria nem pensado em entrar em um mestrado e, muito menos, em participar de ações tão importantes e inspiradoras de preservação do patrimônio histórico.

A toda a equipe de professores e profissionais do PPGEC e, conseqüentemente, da UTFPR, por me acolher, mostrar interesse pelo meu tema e me ajudar sempre que possível, principalmente com a estrutura e a ferramenta de trabalho sem a qual esta pesquisa não teria sido possível. Agradeço especialmente ao professor Dr. Rodrigo Catai, que se colocou à disposição para me ajudar com a câmara termográfica e confiou em mim no manuseio desta. Sou grata também por todas as sugestões que fez na minha avaliação de qualificação, que só trouxeram contribuições para a evolução do trabalho.

Ao grupo de pesquisa do qual faço parte com o Projeto Arquivo, que possibilitou a minha incursão no tema de pesquisa e o acesso a dados para o desenvolvimento dessa pesquisa. Em especial agradeço com muito carinho ao Emanuel Aquino, arquiteto e pesquisador do Projeto Arquivo, que me ajudou imensamente na coleta de dados, captura de fotos e medições de campo, a qualquer tempo e em qualquer hora.

À equipe do departamento de projetos da UTFPR, em especial ao arquiteto Cleverson Sgoda e às estudantes de arquitetura Thaís Pilato e Phamela Azevedo, que realizaram os levantamentos arquitetônicos da UTFPR e me auxiliaram sempre que possível. Obrigada por terem aberto a casa para mim e por terem ouvido minhas sugestões (e críticas) de braços abertos e mentes atentas.

Ao meu colega de classe, Rodrigo Sakai, que na função de engenheiro de manutenção da UTFPR, foi uma das pessoas que me ajudou a desvendar detalhes da edificação e que sempre esteve disponível quando precisei.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

The cultural heritage of each, is the cultural heritage of all (UNESCO, 1994).

O patrimônio cultural de cada um, é o patrimônio cultural de todos (UNESCO, 1994).

RESUMO

ANDRADE, Thalita Cristina Di Masironi. Proposta de método para mapeamento de danos de patrimônios edificados com o auxílio de câmera termográfica infravermelha: estudo de caso da sede centro da UTFPR Curitiba. 2021. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2021.

Os patrimônios edificados devem ser preservados e conservados em observância à sua condição de bem histórico e cultural, atendendo às exigências das entidades fiscalizadoras. Para isso, os levantamentos sobre a edificação e o registro de sua condição de preservação, são subsídios essenciais para um projeto de restauro, e devem ser realizados o mais completo e fielmente possível. No entanto, não há um método claro e disseminado a ser seguido com esse intuito. Esta pesquisa tem por objetivo propor um método de mapeamento de danos de patrimônios históricos edificados, com o auxílio de câmera termográfica infravermelha (IRT) juntamente a outros procedimentos de investigação. A pesquisa se baseia no estudo de caso dos edifícios históricos da sede Centro da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) da cidade de Curitiba, onde o método foi aplicado, em um trecho específico, para desenvolvimento da proposta de restauro da edificação. Para tanto, foram construídas fichas auxiliares para cada etapa do mapeamento de danos, que serviram como diretrizes aos trabalhos realizados em campo e, posteriormente, na análise e consolidação dos resultados. Em relação ao uso da termografia no mapeamento de danos, foram exploradas as variáveis de afastamento do paramento e horário de inspeção, para obtenção das propriedades de emissividade e das capturas termográficas. Foi possível perceber a importância da emissividade na qualidade das imagens de temperatura (mesmo para uma análise qualitativa); do registro fotográfico de cada momento de inspeção termográfica e do entendimento dos padrões de temperatura esperados para a situação em estudo, para uma interpretação eficaz. Notou-se que a análise qualitativa dos termogramas foi satisfatoriamente cumprida, dada a identificação de alguns possíveis danos e uma intervenção, irreconhecíveis na inspeção tátil-visual e fotográfica, ainda que tenha ficado evidente o papel da termografia como ferramenta complementar às outras fontes de investigação. Com este trabalho desenvolveu-se, portanto, um método fundamentado em práticas já consolidadas, com vistas para as normas vigentes sobre o tema e agregando o potencial da termografia infravermelha, com capacidade de adaptação para emprego em outros casos semelhantes, ampliando-se, em tempo, as possibilidades técnicas que venham contribuir para a conservação deste legado.

Palavras-chave: Patrimônio edificado. Mapeamento de danos. Termografia infravermelha. Ensaio não destrutivo.

ABSTRACT

ANDRADE, Thalita Cristina Di Masironi. A method proposal for the damage mapping of cultural heritages with the assistance of the infrared thermography: a case study of the centre head office of the UTFPR Curiitba. 2021. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2021.

Built heritage must be preserved and conserved with attention to its historical and cultural condition while taking account of inspection bodies' demands. In this regard, the building survey and the record of its preservation conditions are essentials for a restoration project, and they must be held as complete as possible. However, there is not a direct and disseminated method that leads to this purpose. This work aims to propose a damage mapping method for cultural heritages, with the assistance of infrared thermography (IRT) alongside another investigation proceedings. This research is based on the case study of the historic buildings of the center head office of the Federal University of Technology of Paraná, in which this method was applied in order to develop the buildings' restoration proposal. For this purpose, some auxiliary forms were designed for each step of the damage mapping, acting as a guide for the fieldwork and, thereafter, for the analysis and results consolidation. Concerning the use of thermography in damage mapping, to obtain the emissivity properties of the material and the thermographic images, some variables such as the distance from the object and the time of inspection, were explored. Even though the analysis carried out was the qualitative one, it was clear the importance of the emissivity on the temperature images' quality; of the photographic registration at each moment of thermographic inspection, and of the knowledge about the expected temperature patterns for a specific study case, for an effective interpretation. It was perceived that the termogram's qualitative analysis was successfully accomplished, given the recognition of some possible damages and of an intervention, which was unrecognizable by tactile, visual, and photographic inspections, even if it was evident the complementary role of the thermography to the other sources of investigation. Thus, with this work, a method was developed, grounded on practices already consolidated and also attending the current standards about the subject, intended to be used on other similar cases, enlarging, on time, the technical possibilities that come to contribute to this legacy preservation.

Keywords: Cultural heritage. Damage mapping. Infrared thermography. Nondestructive testing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Publicações ordenadas por ano sobre patrimônio edificado em concreto localizadas pela base de dados do Scopus.....	20
Figura 2 – Exemplificação de mapa de danos. Trecho de uma prancha do projeto de restauro do Museu do Diamante, em Minas Gerais.	26
Figura 3 – Etapas de pesquisa.....	40
Figura 4 – Planta do quarteirão com indicação das áreas pertencentes à União e ao Estado e as que estavam em litígio.....	44
Figura 5 – Planta esquematizada dos pavimentos térreo e superior do Bloco J, em 1946.	45
Figura 6 – Pavimento térreo do Bloco N, mostrando local destinado às salas de aula, laboratórios, gabinetes e demais funções administrativas.	46
Figura 7– Pavimento superior do Bloco N, mostrando local destinado a dormitórios	46
Figura 8 – Perspectiva do projeto de ampliação da UTFPR.	48
Figura 9 – Blocos J, K e N da UTFPR Centro em destaque	49
Figura 10 – Elevação da fachada do Bloco J entre os eixos 2 e D	51
Figura 11 – Posição da câmera nas capturas fotográficas e termográficas in loco...	52
Figura 12 – Especificações de imagem e outros dados da câmera termográfica FLIR E60.....	53
Figura 13 – Especificações de medição da temperatura da câmera termográfica FLIR E60.....	53
Figura 14 – Aparato usado para medições de campo da temperatura aparente refletida.....	54
Figura 15 – Aparato usado para medições de campo da emissividade.	55
Figura 16 – Sequência de atividades utilizada como base para a pesquisa, com destaque para a etapa para a qual o método proposto é direcionado.	56
Figura 17 – Exemplificação de ficha de classificação de danos.....	60
Figura 18 – Representação visual do código do dano utilizado nas FIDs.....	62
Figura 19 – Exemplificação da ficha de inspeção termográfica.....	63
Figura 20 – Exemplo de fotografia antes (1) e depois (2) da planificação no Photoshop®.....	65
Figura 21 – Mapeamento dos danos processados no computador via AutoCAD®...	66
Figura 22 – Resumo dos levantamentos termográficos.....	67
Figura 23 – Afastamentos adotados para captura de imagens termográficas: 13, 20 e 30 metros do paramento.....	67
Figura 24 – Resumo das medições de campo da temperatura aparente refletida e da emissividade.....	70
Figura 25 – Trajeto e direção dos raios solares em (1) julho, (2) agosto e (3) outubro.	74
Figura 26 – Comparação da incidência solar em fotografia e termografia entre os dias: (1) e (2) 25 de julho; e (3) e (4) 10 de outubro de 2020.	75
Figura 27 – Danos observados na termografia: (a) vesículas; (b) fissuras; (c) intervenção; (d) provável deslocamento.....	77
Figura 28 Termografias dos dias (1) 25 de julho e (2) 1 de agosto. Trechos destacados onde deveria aparecer alteração de padrão de temperatura.	80
Figura 29 – Projeto para ampliação da Escola Técnica de Curitiba, 1o pavimento...	97
Figura 30 – Projeto para ampliação da Escola Técnica de Curitiba, 2o pavimento...	98
Figura 31 – Projeto para ampliação da Escola Técnica de Curitiba, fachada.	99

Figura 32 – Projeto para ampliação da Escola Técnica de Curitiba, planificação da fachada.....	100
Figura 33 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D001 e D002.	102
Figura 34 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D003 e D004.	103
Figura 35 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D005 e D006.	104
Figura 36 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D007 e D008.	105
Figura 37 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D009 e D010.	106
Figura 38 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D011 e D012.	107
Figura 39 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D013 e D014.	108
Figura 40 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D015 e D016.	109
Figura 41 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D017 e D018.	110
Figura 42 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D019 e D020.	111
Figura 43 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D021 e D022.	112
Figura 44 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D023 e D024.	113
Figura 45 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D025 e D026.	114
Figura 46 – Fichas de classificação de danos em concreto armado – D051.	115
Figura 47 – Referências das fichas de classificação de danos.	116
Figura 48 – Locação dos eixos de amarração dos Blocos J, K e N.	118
Figura 49 – Ficha de identificação de danos com mapeamento sensorial e fotográfico.....	119
Figura 50 – Ficha de identificação de danos com mapeamento termográfico para a distância de 13 metros.	120
Figura 51 – Ficha de identificação de danos com mapeamento termográfico para a distância de 20 metros.	121
Figura 52 – Ficha de identificação de danos com mapeamento termográfico para a distância de 30 metros.	122
Figura 53 – Ficha de identificação de danos completa, com mapeamento sensorial e termográfico.	123
Figura 54 – Ficha de inspeção termográfica do dia 23 de julho de 2020, folha 1/2.	125
Figura 55 – Ficha de inspeção termográfica do dia 23 de julho de 2020, folha 2/2.	126
Figura 56 – Ficha de inspeção termográfica do dia 25 de julho de 2020, folha 1/2.	127
Figura 57 – Ficha de inspeção termográfica do dia 25 de julho de 2020, folha 2/2.	128
Figura 58 – Ficha de inspeção termográfica do dia 6 de outubro de 2020, folha 1/2	129
Figura 59 – Ficha de inspeção termográfica do dia 6 de outubro de 2020, folha 2/2	130

Figura 60 – Ficha de inspeção termográfica do dia 10 de outubro de 2020, folha 1/2	131
Figura 61 – Ficha de inspeção termográfica do dia 10 de outubro de 2020, folha 2/2	132
Figura 62 – Resumo das emissividades obtidas em campo, avaliação com ênfase nos horários de aferição	134
Figura 63 – Resumo das emissividades obtidas em campo, avaliação com ênfase na emissividade do material de referência.	135
Figura 64 – Medições termográficas feitas em campo (parte 1)	136
Figura 65 – Medições termográficas feitas em campo (parte 2)	137
Figura 66 – Medições termográficas feitas em campo (parte 3)	138

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 ESTADO DA ARTE	20
2.2 O RESTAURO EM TEORIA	23
2.3 MAPEAMENTO DE DANOS	25
2.4 ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (NDT)	27
2.4.1 Termografia Infravermelha (IRT)	28
2.5 RELAÇÃO NORMATIVA	30
2.5.1 Legislação Brasileira	31
2.5.2 Legislação Internacional	33
3 METODOLOGIA	39
3.1 O MÉTODO DE ANÁLISE	42
3.2 BREVE HISTÓRICO DOS OBJETOS DE ESTUDO	43
3.3 DELIMITAÇÃO DO OBJETO	50
3.4 OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	51
3.4.1 Câmera fotográfica	52
3.4.2 Câmera de termografia infravermelha (IRT)	53
3.5 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES	55
3.6 FICHAS DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS (FCD)	57
3.7 FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS (FID)	60
3.8 FICHAS DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA	62
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
4.1 INSPEÇÃO TÁTIL-VISUAL E FOTOGRÁFICA	65
4.2 INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA	66
4.2.1 Afastamentos de Captura	67
4.2.2 Calibração da câmera	68
4.2.3 Termografias e o Pós-processamento	73
4.2.4 Mapeamento de Danos com a Termografia	80
4.3 DISCUSSÕES FINAIS	81
5 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	86
ANEXO A – RELAÇÃO DAS PEÇAS GRÁFICAS ANTIGAS DA UTFPR CURITIBA	96
APÊNDICE A – RELAÇÃO DAS FICHAS DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS (FCD)	101
APÊNDICE B – RELAÇÃO DAS FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS (FID)	117
APÊNDICE C – RELAÇÃO DAS FICHAS PARA INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA	124
APÊNDICE D – RELAÇÃO DE RESULTADOS COMPLEMENTARES	133

1 INTRODUÇÃO

As edificações construídas pelo Homem sofrem, inevitável e ininterruptamente, os efeitos do tempo transcorrido, das intempéries, dos ataques físicos, químicos e biológicos e da ação do próprio Homem. Não se deve negar, assim como afirmou Alberti (2011) quando se referiu à arte edificada, que “os corpos não podem opor-se às leis da natureza, sem suportarem a velhice”, ou seja, por mais avançadas que sejam as tecnologias utilizadas na construção, essa sofrerá cedo ou tarde as consequências do tempo.

Quando se tratam de edifícios que não são de prima importância histórica ou arquitetônica, as soluções para os problemas decorrentes do envelhecimento podem ser diversas e escolhidas de acordo com as condições financeiras do proprietário e com seu senso estético pessoal. No entanto, esse panorama muda quando a solução a ser implementada destina-se a um patrimônio histórico edificado, visto que há a responsabilidade sobre sua conservação e sua integridade física de modo que garantam, minimamente, sua presença no futuro.

Nessa situação, os estudos acerca do mal que assola a construção não devem se limitar apenas ao tecnicismo, mas também ao contexto dessa edificação e à sua importância perante a história, a arquitetura, a arte, a região e os cidadãos que ela habitam ou habitaram. O Artigo 7º da Carta de Veneza (ICOMOS, 1964) corrobora com essa ideia quando diz que “o monumento é inseparável da história de que é testemunho e do meio em que se situa”. Consequentemente, todos esses aspectos influenciam na tomada de decisões quando da intervenção desse bem patrimonial.

Assim, a compreensão do contexto histórico e das técnicas construtivas de um patrimônio edificado são imprescindíveis, em um primeiro momento, para a análise das condições físicas de um patrimônio edificado. Em um segundo momento, o diagnóstico - ou seja, a análise pormenorizada de determinados problemas ou interesses específicos de utilização do bem (GOMIDE *et al.*, 2005) – se mostra de extrema importância, visto que é um dos estágios que embasam a tomada de decisões para o tratamento da edificação em estudo, podendo culminar em decisões arbitrárias caso não seja criteriosamente executado (ISCARSAH; ICOMOS, 2003).

Nesse contexto, o registro dos danos infligidos àquele bem, feito de maneira criteriosa, detalhada e, ao mesmo tempo, clara e objetiva é um dos processos intrínsecos à boa conservação desse legado. No entanto, o conhecimento sobre as práticas que abrangem estes processos ainda é disperso, causando muitas vezes resultados insatisfatórios quando da execução de um projeto de restauro. A identificação, classificação e representação dos danos de um bem patrimonial edificado, é uma das operações que constitui a etapa de diagnóstico¹, sendo momento chave para as ações futuras de investigação e de correção. Essa operação consiste no mapeamento de danos, que objetiva o registro das manifestações patológicas em documentos técnicos gráfico-visuais e que mostrem por si só a situação da edificação em termos de preservação. É sobre esse registro que esta pesquisa está fundamentada.

Para orientar o leitor sobre o assunto da preservação do patrimônio, o mapeamento de danos é uma etapa do diagnóstico aplicada a edificações históricas e é consideravelmente diferente da análise das manifestações patológicas de uma edificação comum. Isso porque, para o primeiro caso, a importância histórica, cultural e social da construção deve ser levada em conta, de modo que todas as intervenções anteriores, materiais originais, aspecto e dimensão dos danos devem ser detalhadamente registrados e rastreáveis no futuro. Isso quer dizer que, o mapeamento de danos, muito além de um laudo técnico, é uma representação gráfica que mostra a situação da edificação no momento da análise, mas que não esquece ou oculta o histórico da edificação até aquele instante. Esse mapeamento junto a análises do estado de conservação, estudos geotécnicos e ensaios e testes, além da observação integrada das informações obtidas anteriormente, compõem o diagnóstico propriamente dito (GOMIDE *et al.*, 2005) que deve ser, nesses moldes, apresentado às autoridades para apreciação e aprovação, inclusive por força de lei.

Para o segundo caso, a Patologia das Construções² recomenda que se faça uma investigação dos danos de maneira que seja suficiente a produção de um relatório técnico que traduza os acontecimentos (causas) em um diagnóstico e suas

¹ O termo diagnóstico, sempre que utilizado nesta pesquisa, refere-se à etapa de identificação das causas do dano e deterioração, com base na análise dos dados coletados: históricos, qualitativos (principalmente observação direta do dano estrutural e material) e quantitativos (sobre testes, monitoramento e análise estrutural) (ICOMOS, 2003).

² O termo Patologia das Construções nesta pesquisa é empregado como sendo um campo da ciência das construções, que consiste no “processo de aquisição de conhecimento que tem por objetivo explicar as razões e a localização dos sinais e sintomas manifestos” (TINOCO, 2009).

possíveis correções (terapias) e/ou prognóstico, não sendo exigido para tanto registro tão minucioso de cada detalhe dos danos e da própria estrutura. Esse registro visual para o caso de uma edificação comum, pode, portanto, usar apenas de fotos localizadas dos danos (junto com outras análises técnicas cabíveis) sem especificar demais pormenores, ainda que, para a produção deste relatório, haja trabalho árduo de investigação com auxílio, quando necessário, de ensaios em campo ou de laboratório.

Há que se considerar que a pesquisa aqui apresentada tem como cerne a estruturação do método de mapeamento de danos que abarca, como instrumento agregador, o ensaio não destrutivo realizado por meio da câmera termográfica, visando soluções cada vez mais tecnológicas e condizentes com a atual conjuntura das investigações de campo. Esse equipamento apresenta simplicidade em níveis de manuseio e também tem valores de mercado acessíveis - atualmente são encontradas com preços na faixa de 2 mil reais (373 dólares, aproximadamente) - tornando-se, neste momento, uma ferramenta adequada ao que se propõe acerca das investigações na patologia das construções, comparando-se praticamente ao uso de uma máquina fotográfica. Dito isso, espera-se chegar a resultados que demonstrem a câmera termográfica como uma ferramenta valiosa nessa primeira etapa de investigação, que aliada à observação tátil-visual, agregue informações que não seriam visíveis sem a termografia.

Ainda assim, entende-se que metodologias como esta proposta podem ser tanto mais completas quanto mais ferramentas adicionadas, ou seja, a aplicação de diversos tipos de ensaios não destrutivos em conjunto, podem conferir maior precisão e confiabilidade nos resultados obtidos, ainda que neste trabalho tenha sido usada apenas a termografia infravermelha.

Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado nos edifícios históricos do complexo da sede central Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), estes edificadas na década de 1930 na cidade de Curitiba, a partir do qual se desenvolve uma proposta de método para investigação e mapeamento de danos.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A pesquisa aqui apresentada concentra-se no desenvolvimento, aplicação e correção das etapas de um método de mapeamento de danos que foi concebido

com base na edificação escolhida para este estudo de caso, com ênfase nas fachadas³. Assim, todo o material construído ao longo deste trabalho, foi feito de modo a atender às necessidades encontradas nesse processo especificamente.

Ainda assim, a pesquisa bibliográfica engloba o tema do mapeamento de danos voltado a edificações como um todo, de diferentes materiais e épocas, convergindo para o subtema das fachadas apenas as investigações voltadas às normas técnicas de inspeção de fachadas.

A inspeção com a termografia infravermelha foi qualitativa e passiva, cabendo, neste caso, análises que levem isso em consideração.

Por fim, o método, tal qual exposto, aplica-se a fachadas de edificações históricas de alvenaria de tijolos cerâmicos e concreto armado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver uma proposta de método de mapeamento de danos de fachadas de edifícios históricos com o uso da câmera termográfica infravermelha.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Mapear os danos da edificação, conforme especificações nacional e internacionalmente conhecidas, a fim de obter um registro para monitorar estes danos no futuro;
- Aplicar o ensaio não destrutivo em conjunto com outras técnicas de investigação como ferramentas de auxílio no mapeamento de danos;
- Desenvolver uma base de dados para intervenções futuras desses mesmos edifícios;
- Desenvolver uma base documental de mapeamento de danos que sirva como guia para outros casos similares.

³ Considera-se nesta pesquisa que fachada é um sistema de parede que inclui seus componentes externos e internos, componentes estruturais, aberturas e componentes para manutenção do ambiente interno (ASTM INTERNATIONAL, 2011b).

1.3 JUSTIFICATIVA

Todo ano, uma média de 15 propriedades de valor cultural são inscritas como Patrimônio Mundial pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), dentre elas complexos inteiros de edificações (como é o caso do centro histórico de Salvador e da cidade de Brasília), totalizando 732 inscrições efetivadas desde o ano de 1978 (UNESCO, 2020a). Já no Brasil, em se tratando de tombamentos na esfera nacional, são 3.392 bens imóveis tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN (IPHAN, 2020). Essas propriedades devem ser preservadas e conservadas em observância à sua condição de patrimônio cultural seja mundial, nacional, estadual ou municipal.

Apesar dos números mostrarem quão extensa e em permanente crescimento é esta coleção, a quantidade de profissionais que têm total entendimento dos processos que compõem uma intervenção em restauro é mínima. Soma-se a isso, a necessidade de equipes multidisciplinares, isto é, profissionais de diferentes áreas que compreendam o contexto geral da operação e seu papel dentro deste universo. Esses fatores aliados à escassez de métodos claros e procedimentos padrão que guiam esses profissionais para as práticas do restauro, mostram a urgência da educação patrimonial e de pesquisas científicas sobre o tema, em especial em se tratando da conservação do patrimônio do século XX que é pouco abordado comparativamente ao patrimônio mais antigo.

Trazendo o tema da conservação e preservação do patrimônio histórico para a atualidade, se faz cada vez mais presente a utilização de tecnologias avançadas na investigação do bem, em especial as ferramentas não destrutivas. Isso porque essas edificações, como testemunhos de uma época e uma história, estão sujeitas a perdas irreparáveis quando expostas a operações destrutivas, que se sobrepõem à degradação já sofrida ao longo do tempo. Nesse contexto, o uso da termografia infravermelha como ferramenta de inspeção do bem patrimonial soma-se ao método proposto, de modo que este use de sua contemporaneidade para agregar soluções a essa problemática. Todos estes citados acima, são os agentes propulsores desta pesquisa.

Entende-se, portanto, que este trabalho se justifica do ponto de vista social e científico, visto que a proposição de um método a ser seguido baseado nas práticas e normas atualmente adotadas e com o auxílio de ferramentas modernas, mesmo

que em apenas um dos processos de conservação, é capaz de servir como disseminador de informação de valor para capacitação de profissionais da área, levando a resultados potencialmente mais satisfatórios e a tomadas de decisão mais assertivas.

Estudos similares têm sido desenvolvidos no Brasil e em outros países e têm sido usados como base para execução de restauros, analogamente ao que foi feito nesta pesquisa. A aliança entre a oportunidade de participação da autora na proposta do projeto de restauro e do uso de ferramentas de ensaios não destrutivos cedidos pela UTFPR, dão a esta pesquisa sua viabilidade na atual conjuntura.

Assim, o trabalho apresenta uma contribuição científica acerca do tema, de modo que sejam apresentados resultados passíveis de generalizações para outros casos particulares.

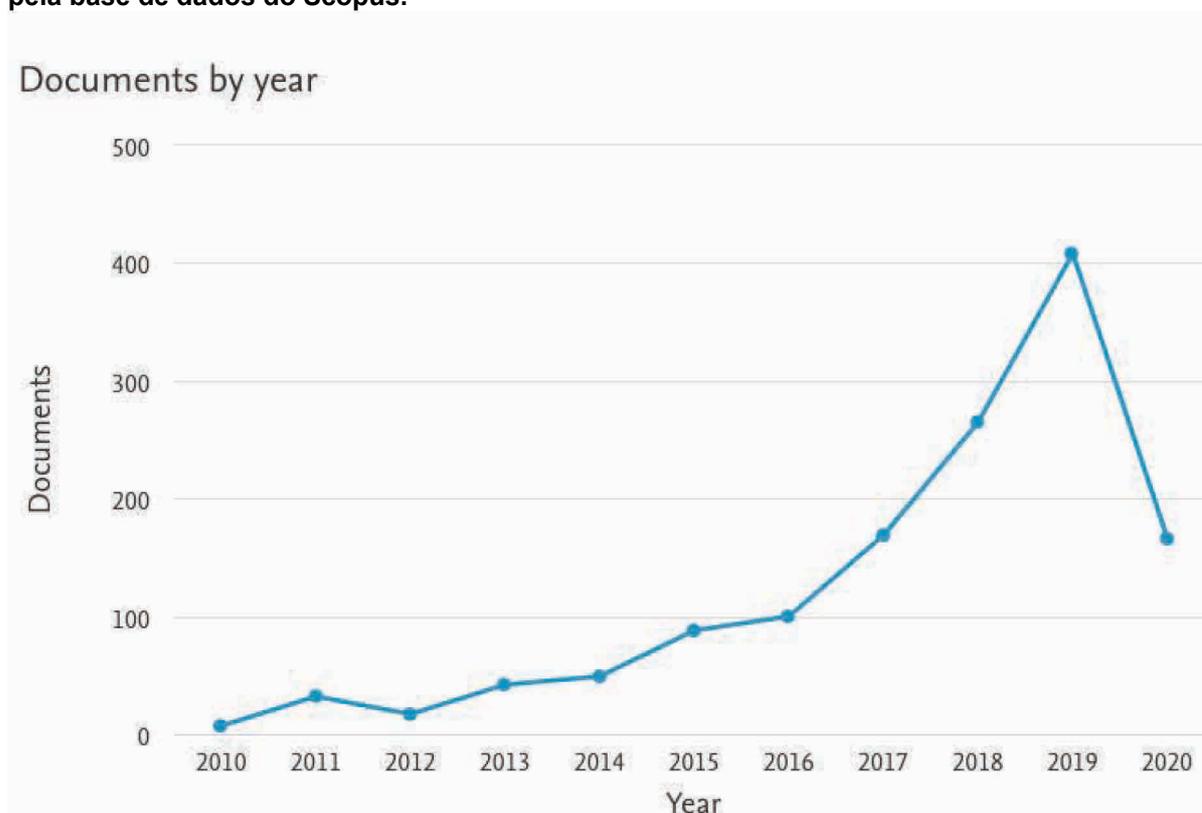
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os subitens a seguir apresentam um panorama geral sobre: o tema em específico, as teorias do restauro, os ensaios não destrutivos e as relações normativas de modo a situar o leitor e proporcioná-lo o entendimento do tema desenvolvido.

2.1 ESTADO DA ARTE

Diversas pesquisas têm sido publicadas nos últimos 10 anos que tratam de estudos de caso de ações de manutenção, preservação, conservação, intervenção e monitoramento em edificações históricas. A Figura 1 apresenta o levantamento feito com o auxílio da base de dados do Scopus para os termos de busca: mapa de danos e ensaios não destrutivos, dentro do assunto geral patologia e durabilidade delimitados a patrimônio histórico.

Figura 1 – Publicações ordenadas por ano sobre patrimônio edificado em concreto localizadas pela base de dados do Scopus.



Fonte: Scopus com intervenção da autora, 2020.

Alguns destes estudos referem-se às novas tecnologias, tanto no que diz respeito às ferramentas para avaliação de danos das estruturas (como aquelas usadas nos ensaios não destrutivos), quanto àquelas para gestão de ações sobre o patrimônio. Parte dos estudos de caso acessados são base para tomadas de decisão em iniciativas de preservação, conservação e/ou restauro, denotando um certo grau de confiabilidade nos métodos utilizados nesses trabalhos à semelhança do que se exige pelos órgãos fiscalizadores do patrimônio. Adicionalmente, diversos trabalhos apresentam o uso da combinação de ensaios não destrutivos para inspeção e monitoramento de estruturas, sejam elas patrimônio histórico ou não.

Um exemplo disso é a análise da consolidação entre vigas de concreto armado e polímero reforçado com fibras (FRP) realizada por Valluzzi *et al.* (2009) que mostrou a eficiência da termografia infravermelha na identificação de imperfeições na ligação entre os materiais.

Particularmente sobre os processos de avaliação, inspeção ou diagnóstico de patrimônio construído, alguns trabalhos apresentam metodologias ou guias para esses processos como por exemplo as Recomendações Básicas para Mapa de Danos de Tinoco (2009), auditado para o Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI), que apresenta diversos conceitos relativos às etapas de diagnóstico de uma edificação histórica, além de propor fichas para a execução das inspeções, que auxiliam na análise do conjunto de fatores patológicos que serão vetores para o futuro projeto.

Posteriormente ao trabalho de Tinoco, o trabalho de Tirello e Correa (2012) emprega as fichas propostas na pesquisa de Tinoco e faz uma análise normativa em relação ao tema. Adicionalmente a estes, o trabalho de Ferreira *et al.* (2013) apresenta exemplo de fichas de inspeção e registro de edificações que têm como intuito auxiliar tanto no diagnóstico quanto em futuras inspeções.

Um estudo de caso baseado no Brasil que se concentra no uso de ferramenta não destrutiva para inspeção, é o trabalho de Baptista (2013) que apresenta uma avaliação das patologias do Teatro Guaíra⁴ feita com escâner a laser e fotogrametria como subsídio para uma intervenção em restauro. Nesse trabalho a autora cita a importância de estudos mais aprofundados acerca de tecnologias que

⁴ O Teatro Guaíra faz parte de um importante movimento de modernização da cidade de Curitiba ocorrido na década de 1950, sendo um dos exemplares construídos em concreto armado, sistema construtivo representativo do Movimento Moderno. Ainda hoje é um dos marcos arquitetônicos da cidade.

proporcionem informações construtivas sem serem invasivas, visando a preservação dos edifícios históricos.

Particularmente sobre mapeamento de danos, o trabalho de Rodrigues (2015) apresenta uma metodologia para o que o autor chama de mapeamento da entidade em edificações históricas de alvenaria de pedra. Esse mapeamento se baseia em uma análise do mapeamento de danos com a adoção de uma escala de 0 a 5, que tem como resultado final a classificação das prioridades de intervenção. Nesse mesmo artigo, o pesquisador discorre sobre os glossários de danos e sua importância para a uniformização das informações.

Grande parte das pesquisas sobre monitoramento, mapeamento, conservação e restauro de patrimônios edificados, têm focado na aplicação do sistema BIM (*Building Information Modelling*), que especificamente para patrimônio faz uso da sigla HBIM (*Historic Building Information Modelling*). Esses estudos têm se dedicado a mostrar a eficácia ou não do sistema quando direcionado para o tema da preservação, geralmente aliado à captura de imagens de alta resolução, como fotogrametria ou escâner a laser, que serviriam de base para o modelo 3D utilizado na modelagem final. O trabalho de Murphy *et al.* (2017) mostra que, quando se trata de edificações históricas, as técnicas manuais conjuntamente empregadas com as novas técnicas computacionais ainda são importantes no processo.

No estudo de caso da Igreja do Carmo em Olinda, Rocha *et al.* (2018) aborda a conceituação apresentada por Tinoco (2009) e aplica ela ao caso específico. Seguindo essas mesmas diretrizes, o trabalho de Hautequestt Filho e Achiamé (2018) concentra-se na unificação de termos referentes a manifestações patológicas encontradas em edificações históricas e na padronização da representação gráfica.

Relativamente ao monitoramento e inspeção de edificações históricas, a grande maioria dos estudos está relacionada a estruturas construídas em alvenaria (de pedras ou de tijolos), às vezes revestidas ou preenchidas internamente com argamassa. O artigo de Alexakis *et al.* (2018), e.g., apresenta o sucesso dos ensaios não destrutivos – ultrassom, termografia infravermelha, georadar e microscópio digital - no restauro da Edícula da Basílica do Santo Sepulcro de Jerusalém, aonde foi possível avaliar a consolidação dos materiais novos aos originais e tomar decisões sobre as melhores soluções.

O ponto coincidente da esmagadora maioria dos estudos consultados é o fato de terem sido desenvolvidos como estudos de caso preliminares ou em concomitância a uma intervenção em restauro, sendo estes estudos base para tomadas de decisão e possibilitando aos autores maior liberdade de acesso às edificações de análise. Inúmeras pesquisas fizeram uso da combinação de ensaios não destrutivos com o objetivo de validá-los quanto à eficiência no monitoramento, preservação, conservação e restauro de estudos de caso específicos, como por exemplo os estudos de Avdelidis e Moropoulou (2004), Breyse (2012), Moropoulou *et al.* (2013), Fiorentino *et al.* (2015), Ali-Benyahia *et al.* (2017), Masciotta *et al.* (2017), Alexakis *et al.* (2018).

Esta pesquisa, analogamente a algumas supracitadas, dá continuidade às ideias apresentadas por Tinoco (2009), aliando a elas as referências normativas encontradas e o uso de ensaios não destrutivos.

2.2 O RESTAURO EM TEORIA

Um dos significados de Restauro (ou Restauração), de acordo com Sorace e Terenzi (2016) é o “conjunto de operações destinadas a restabelecer a unidade da edificação, relativa à concepção original ou de intervenções significativas na sua história”. O conceito de Restauro não surgiu de uma hora para a outra e foi se sedimentando ao longo do tempo por meio das fases às quais a humanidade foi passando e buscando por soluções. Grandes teóricos, filósofos, pesquisadores tiveram papel importante nessa busca que continua até então e é um pouco desta história que será apresentada a seguir.

John Ruskin, teórico inglês do século XIX, acreditava que a única maneira digna de salvaguarda do patrimônio estava na manutenção dele e que a “morte” do monumento era preferível à intervenção em restauro (RUSKIN, 2008). Isso porque ele investia na ideia da qualidade das construções e de sua manutenção ao longo da vida. Em contraposição, Eugène Emmanuel Viollet-le-Duc – arquiteto e pensador francês contemporâneo a Ruskin - caminhava em direção oposta, pregando a intervenção sem levar em conta os processos de modificação do edifício ao longo do tempo e a execução de complementos conforme o que seria o ideal para aquela obra segundo o seu entendimento (VIOUET-LE-DUC, 2005). Esse teórico, no entanto indicou pela primeira vez a investigação técnica aprofundada dos sistemas e

materiais das construções, entendendo que para se restaurar é necessário conhecer como foi construído.

Apesar da aparente discrepância de pensamento entre esses dois importantes teóricos para a época, estes construíram o pano de fundo para a discussão sobre o restauro, tendo parte de seus ideais incorporados aos estudos posteriormente desenvolvidos e, principalmente, aos documentos (cartas patrimoniais) que norteiam as práticas do restauro em todo o mundo. O primeiro contribuiu principalmente com a noção de originalidade dos bens salvaguardados de modo que continuem respeitando o artista que lhe concebeu e sua posição na escala temporal (RUSKIN, 2008). O segundo imprimiu à discussão a importância do estudo filológico⁵ do edifício, de restaurar não só a aparência mas também a função do edifício e da sobrevivência do monumento por meio de sua reutilização (VIOLLET-LE-DUC, 2005). Sopesando esses dois teóricos, vários outros vieram a acrescentar premissas importantes que são utilizadas até hoje, dentre eles se destacando Camillo Boito, Gustavo Giovannoni e Cesare Brandi.

As Cartas Patrimoniais - documentos criados com finalidade de resolver cada crise causada sobre a questão do patrimônio construído, como por exemplo a destruição das guerras - começar pela Carta de Atenas (ESCRITÓRIO..., 1931), passaram a ser auditadas e publicadas de modo que fosse de comum entendimento os princípios do restauro. Segundo esses princípios, a salvaguarda de qualquer bem histórico (obras-de-arte, monumentos, entre outros) deve ser feita de modo que não haja falsificação nem alteração ou eliminação das pátinas, princípios que poderiam ferir a leitura da obra causando confusão no futuro sobre sua originalidade.

A questão da falsificação em restauro foi largamente discutida pelos teóricos do século XIX, porém com visões diferentes, sendo que atualmente a vertente mais bem aceita e praticada é a de Cesare Brandi que afirma que cada caso é um caso, devendo-se primeiro fazer um estudo pormenorizado da edificação para então fazer a restauração não só de sua matéria, mas também de seu aspecto (BRANDI, 2004), dívida implícita aos teóricos anteriores com Le-Duc e Riegl. De modo a contribuir para a eliminação da falsificação nas intervenções em restauro, premissas como distinguibilidade, reversibilidade e mínima intervenção foram largamente reforçadas

⁵ No contexto do patrimônio histórico, a filologia diz respeito à “ênfase ao valor documental da obra”, ou seja, o estudo profundo dos documentos e registros do bem que se pretende restaurar. (BOITO, 2008).

nas teorias e Cartas Patrimoniais e hoje são mundialmente reconhecidas e adotadas na maioria dos países, sendo que no Brasil é a base instrutiva do IPHAN.

Assim, observa-se que intervenção em restauro não se limita única e exclusivamente à solução dos problemas estruturais de uma edificação histórica, mas também abrange todo seu contexto temporal e sua importância cultural dentro desse panorama. A multidisciplinaridade dessa prática exige portanto, conforme recomendações da Carta do ICOMOS (2003), uma equipe multidisciplinar, trazendo à tona a questão do papel do engenheiro nesse universo, que deve abarcar os conhecimentos que lhe concernem enquanto engenheiro e as noções da importância estética e cultural do patrimônio. A questão da estética em detrimento da estrutura deve ser então compreendida pelos profissionais que se dispõem a analisar uma edificação histórica, exigindo esforços adicionais quando da análise desses monumentos e execução do restauro, principalmente neste momento no qual a arquitetura produzida no século XX tem em sua essência a cientificidade da técnica e o domínio da engenharia.

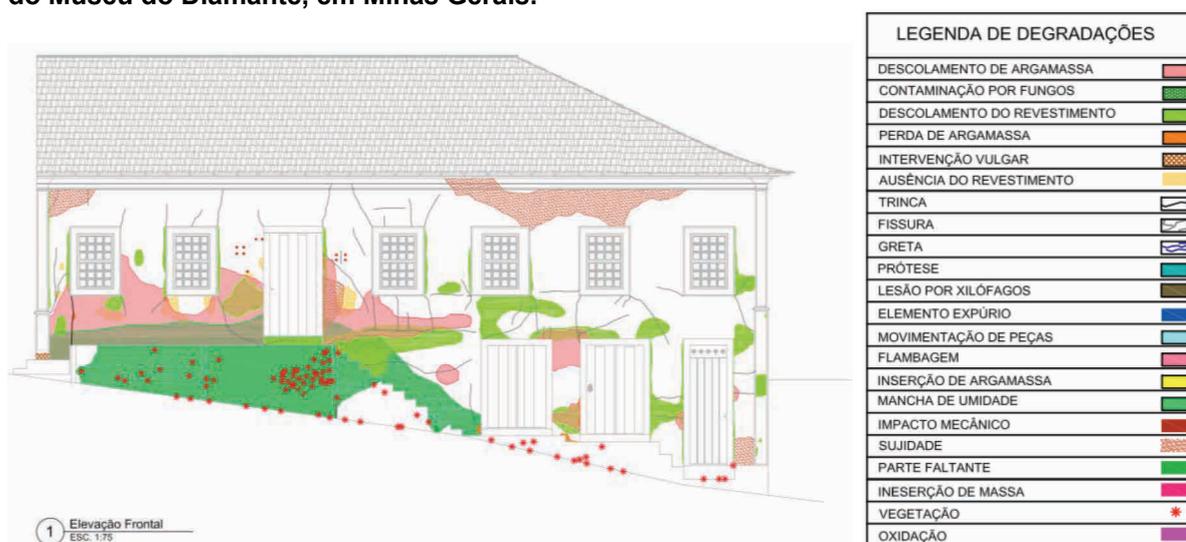
Há que se notar que, apesar da materialidade dos patrimônios edificados, muitas vezes sua salvaguarda se justifica por questões que vão além do que é palpável às mãos e aos olhos, que residem no significado daquela edificação enquanto representante de um tempo, um povo, uma cultura ou raça. Prova disso são os critérios utilizados pela UNESCO (UNESCO, 2020c) para a inscrição de bens culturais, que são escolhidos caso a caso e estão disponíveis para acesso no endereço eletrônico oficial da Organização.

2.3 MAPEAMENTO DE DANOS

O Manual do Programa Monumenta, de Gomide *et al.* (2005), afirma que o mapeamento de danos tem por objetivo “a representação gráfica do levantamento de todos os danos existentes e identificados na edificação, relacionando-os aos seus agentes e causas”. Complementando essa definição, Tinoco (2009) alerta que se deve entender a diferença entre mapa de danos e mapeamento de danos, sendo que o primeiro “é uma representação gráfico-fotográfica sinóptica, onde são discriminados rigorosa e minuciosamente todos os danos ou deteriorações da edificação”, enquanto o segundo se refere aos “processos de investigações, levantamentos e produção dos dados para elaboração do mapa”. Assim, o

mapeamento de danos leva a um produto final, o mapa de danos. Para Rodrigues (2015) o mapeamento engloba representação numérica de dados, representação gráfica, tradução em símbolos de dados ou eventos e de ações já aplicadas ou a serem aplicadas. A título de exemplificação desses documentos, a Figura 2 exibe a representação gráfica das manifestações patológicas, em escala, conforme encontradas em campo, para o restauro do Museu do Diamante, em Minas Gerais.

Figura 2 – Exemplificação de mapa de danos. Trecho de uma prancha do projeto de restauro do Museu do Diamante, em Minas Gerais.



Fonte: Arquivo pessoal da prof. Giceli Portela Cunico de Oliveira, 2009; com adaptação da autora.

Esses conceitos, mundialmente reconhecidos no ramo da conservação e preservação do patrimônio cultural, estão também inseridos no Decreto nº 543, de 11 de junho de 2014, da Prefeitura Municipal de Curitiba (CURITIBA, 2014) como item obrigatório a qualquer trabalho de restauração de um bem histórico construído na cidade de Curitiba. Apesar disso, como é apontado no item 2.5 deste trabalho, não há regras explícitas ou uma base a ser seguida para a execução dessa etapa tão necessária a um projeto de restauro, causando dúvidas de execução e heterogeneidade no resultado final, sendo esses documentos passíveis de interpretações equivocadas em caso de acesso posterior ou por parte de outra pessoa.

Diversos autores, sentindo a necessidade de padronizar ou então de sanar dificuldades dos profissionais envolvidos nessas atividades, pesquisaram sobre o mapeamento de danos e propuseram metodologias de elaboração desses

documentos. Dentre estas, está a elaboração das Fichas de Identificação de Danos (FIDs) sugeridas por Tinoco (2009) e Tirello e Correa (2012). Outra recomendação destes mesmos autores, dentro dessas metodologias, é a execução das Fichas de Classificação de Danos.

Além das fichas propostas por alguns pesquisadores, as ferramentas utilizadas nas fases de investigação e consolidação dos dados também são variáveis importantes e que influenciam diretamente nos resultados. De acordo com Barazzetti *et al.* (2020), a fotogrametria e o escâner a *laser*, junto a um programa capaz de planificar as imagens obtidas, aliados a um programa de desenho técnico (como AutoCAD®, por exemplo), fazem parte das fases de um mapeamento de danos convencional. Isso quer dizer que, tradicionalmente, o mapeamento de danos é composto de etapas em que se fazem registros fotográficos e desenhos que, após tratamento e compatibilização, são formadores de um único documento que traduz a situação de conservação do bem.

Portanto, a aliança do método tradicional às recomendações relativas ao uso de fichas e à utilização, nesta etapa, da termografia infravermelha, calcadas nas normas e práticas vigentes, são os ingredientes do método para mapeamento de danos proposto nesta pesquisa e são abordados em detalhes nos itens subsequentes.

2.4 ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (NDT)

A análise das condições existentes de uma estrutura como base para uma restauração economicamente viável, exige algumas qualidades específicas como: precisão, não gerar destruição, eficiência, economia, não ser intrusiva no ambiente ao redor, etc. (WEIL, 1991). Nesse contexto, os ensaios não destrutivos (ou NDT, do inglês *non-destructive testing*) desempenham papel fundamental, proporcionando enxergar o interior da estrutura sem a necessidade de causar destruição a essa ou a parte dessa (CUSTANCE-BAKER; MACDONALD, 2014). Pode-se citar alguns métodos de ensaios não destrutivos e respectivas pesquisas científicas relacionadas ao patrimônio construído nas quais foram recentemente utilizados: termografia infravermelha (ALEXAKIS *et al.*, 2018; MOROPOULOU *et al.*, 2018), esclerometria (VASANELLI *et al.*, 2017), velocidade de pulso ultrassônico - ou ultrassom - (MASCIOTTA *et al.*, 2016; VASANELLI *et al.*, 2017), georadar - ou radar de

superfície - (MARCOS *et al.*, 2016; LAMPROPOULOS *et al.*, 2017), imagem digital processada (VALENÇA *et al.*, 2015), escâner a laser (ZHANG *et al.*, 2015; MURPHY *et al.*, 2017); e fotogrametria digital (CASTAGNETTI *et al.*, 2017; ADAMOPOULOS; RINAUDO, 2019).

A seguir, apresenta-se a termografia infravermelha, ensaio utilizado nesta pesquisa, a fim de melhor situar o leitor acerca do tema.

2.4.1 Termografia Infravermelha (IRT)

A termografia infravermelha (ou IRT, do inglês *infrared thermography*) é uma das ferramentas usadas em ensaios não destrutivos que tem sido estudada há mais de 40 anos para uso na avaliação e monitoramento em edificações, obtendo sucesso já largamente comprovado e documentado (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2003). A radiação infravermelha foi descoberta por acaso por Sir W. Herschel em 1800, aplicada na termografia com objetivos militares na Primeira Guerra Mundial e usada na avaliação de edifícios na década de 1980 (MOROPOULOU *et al.*, 2018).

A termografia infravermelha propriamente dita refere-se ao processo de geração de imagens térmicas que representam as variações de temperatura ou de emitância na superfície de objetos (ASTM INTERNATIONAL, 2011a). Essa variação de temperatura (ou seja, de radiação térmica) é possível de ser captada e convertida por um instrumento (sistema de imagem infravermelha) em uma imagem bidimensional da superfície, na qual as variações de radiação são representadas por uma escala de cores (ASTM INTERNATIONAL, 2011a). O sistema de imagem infravermelha refere-se à câmera termográfica, que tem capacidade de detecção de radiação com tamanhos da ordem de 9 μ m a 14 μ m (ADAMOPOULOS; RINAUDO, 2019).

O princípio básico da câmera termográfica é fundamentado na afirmação de que anomalias subsuperficiais presentes em um material alteram o fluxo de calor neste material, causando diferenças localizadas na temperatura superficial do elemento (WEIL, 1991). Assim, a câmera capta a emissividade do material em análise, que nada mais é do que a transformação da radiação emitida pelo material e a temperatura dele (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2003). A partir disso, é possível fazer a correlação da temperatura com características físicas, químicas e mecânicas, dependendo dos dados previamente conhecidos dos materiais em

análise (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2004) e é particularmente eficiente na identificação de vazios, fissuras e desagregação em estruturas de concreto (WEIL, 1991) além de auxiliar na avaliação da performance de intervenções já realizadas, como aplicação dos materiais de restauração, limpeza e consolidação (MOROPOULOU *et al.*, 2013). Os dados captados, ou seja, a radiação térmica percebida pela câmera, é possível de ser visualizada pela renderização das imagens da superfície em observação em escala de cores ou de cinza que está relacionada a uma escala de temperatura (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2004), obtendo-se o chamado termograma (ASTM INTERNATIONAL, 2011a).

Segundo Avdelidis e Moropoulou (2004), há dois métodos de aproximação com a termografia infravermelha: passivo e ativo. O primeiro, ainda de acordo com os autores, é comumente utilizado na obtenção de resultados qualitativos, enquanto o segundo proporciona subsídios para a obtenção de resultados quantitativos, visto que se utiliza de uma fonte de calor ou de resfriamento capaz de alterar as condições térmicas do objeto de estudo. Ainda sobre as modalidades de inspeção, a NBR 15424 (ASSOCIAÇÃO..., 2016a) as define como: qualitativa, quando se trata da “análise dos padrões térmicos para detecção de anomalias”; ou quantitativa, quando se observa os valores de temperatura “para determinar a criticidade da anomalia e estabelecer prioridades de intervenções e reparos”.

De acordo com Adamopoulos e Rinaudo (2019), a termografia infravermelha é uma ferramenta comumente empregada na avaliação das manifestações patológicas de edificações históricas, mas que deve ser usada levando-se em conta alguns cuidados, como a calibração da câmera para as condições do ambiente no momento da avaliação. Ainda segundo Adamopoulos e Rinaudo (2019), a resolução da câmera termográfica infravermelha, que geralmente pode variar entre 160 x 120 até 640 x 480 pixels é bem menor do que as câmeras digitais fotográficas de mercado, que variam com valores acima de 2 megapixels. Nesse sentido, pode-se então entender que o uso exclusivo da IRT, sem o auxílio de outras ferramentas de apoio não é adequado, visto que a incerteza quanto às dimensões dos danos é reconhecida (ADAMOPOULOS; RINAUDO, 2019).

Melhores resultados com ensaios não destrutivos são obtidos, de acordo com Avdelidis e Moropoulou (2004), considerando-se fatores intrínsecos ao material de construção em análise (propriedades térmicas, espectrais e outras), como por exemplo sua condutividade térmica, calor específico, absorção, emissividade,

porosidade, umidade, etc. Quando a aquisição destas especificações não é possível por demandar ensaios destrutivos, Lampropoulos *et al.* (2017) sugere correlações com valores encontrados na literatura, visto que o material presente nas construções modernas, como por exemplo o concreto, é mais padronizado que materiais mais antigos.

2.5 RELAÇÃO NORMATIVA

O conhecimento técnico aprofundado sobre o Restauro e suas operações é dúbio no que tange às metodologias e recomendações aplicáveis, cabendo aos profissionais que lidam com essas atividades dispenderem tempo na determinação de métodos a serem adotados, especialmente quando esses profissionais em questão nunca exerceram esse lado de sua profissão. Esses métodos devem considerar todas as condições encontradas em campo, visto que muitas obras de arte como pinturas, murais, entre outros devem, assim como a própria edificação, ser preservadas ao máximo.

A relação com o patrimônio construído vai além do arquiteto ou engenheiro, é uma atividade multidisciplinar em diversos aspectos e que, provavelmente por conta disso, dificulta processos e métodos definitivos de avaliação, com base em normas específicas e claras. Essa afirmativa está em concordância com o que é apresentado por ICOMOS (2003) em suas recomendações, quando avalia que a necessidade da combinação de dados qualitativos e quantitativos para um adequado planejamento de conservação, dificulta a definição de regras para tal. Em contrapartida, a falta de manuais ou guias pode levar a ambiguidades e decisões arbitrárias.

No Brasil, as práticas do Restauro são balizadas por Decretos de Lei, manuais e práticas provenientes da expertise de profissionais da área e instituições (como é o caso do IPHAN), além de práticas comumente aceitas por meio das Cartas Patrimoniais e Conferências internacionais. Até o momento não existem normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que abordem o tema de modo a guiar o profissional nesse quesito, experiente ou não, com a segurança de um método eficaz. Essa problemática afeta a qualidade dos projetos de restauro, que são executados de acordo com a expertise dos profissionais envolvidos, o que, muitas vezes, não é suficiente para a total abrangência do tema.

A qualidade do projeto, quando se fala de projeto de restauro, abarca também a capacidade desse projeto ser compreensível para além do seu tempo, por outras pessoas que virão a ter acesso às informações nele contidas futuramente e que terão como desafio traduzir as fases pelas quais a edificação passou ao longo do tempo comparativamente à época de análise. Para tanto, a normatização dos processos do restauro, universalmente compreensível e aplicável, é um ideal a ser alcançado pela ciência com o auxílio de numerosas pesquisas sobre o tema, a exemplo desta aqui apresentada.

Para compreensão do panorama geral do que é possível encontrar em termos de normas, leis e práticas comuns, adotados no Brasil e internacionalmente, elenca-se nos itens subsequentes uma breve revisão de alguns desses documentos e sua correlação com o assunto em discussão.

2.5.1 Legislação Brasileira

O Brasil prevê em sua legislação a salvaguarda do patrimônio histórico e Artístico Nacional por meio do Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937 (BRASIL, 1937). Nesse decreto são tratados aspectos gerais de salvaguarda, como por exemplo caracterização dos tombamentos e efeitos destes sobre o bem tombado. Seguindo essa mesma linha, a Lei Estadual do Paraná nº 1.211, de 1953 (PARANÁ, 1953) e a Lei Municipal de Curitiba nº 14794, de 2016 (CURITIBA, 2016) também dispõem sobre esferas de tombamento, recursos e penalidades previstas.

Especificamente sobre práticas de preservação e conservação do patrimônio, a Portaria nº 420, de 22 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2010) e o Decreto nº 543, de 2014 (CURITIBA, 2014), em âmbito nacional e municipal respectivamente, dispõem de forma mais didática sobre os conceitos e definições que concernem ao tema, além de documentação necessária para realização de intervenção em patrimônio edificado. Para tanto, são apresentadas algumas diretrizes simplificadas a respeito dos levantamentos necessários, diagnóstico e proposta final de intervenção, tudo isso baseado na Convenção do Restauro de 1972 (UNESCO, 1972), que teve sua aceitação oficial no Brasil cinco anos depois, por meio do Decreto Legislativo nº 74, de 1977 (BRASIL, 1977).

Conforme abordado anteriormente, quando se trata de normas técnicas da ABNT - ou seja, recomendações técnicas feitas com base em estudos científicos

sobre temas específicos – não existem tais documentos que abordem os processos de conservação, restauração, ou diagnóstico de bens culturais. No entanto, podem ser citadas algumas normas que tratam em linhas gerais de assuntos relacionados a essas ações por abordarem procedimentos concernentes às inspeções prediais e que potencialmente conteriam métodos de realização dessas inspeções - seja voltados para manutenção ou reforma – que poderiam ser adaptados ao caso aqui tratado.

A exemplo, disso, pode-se citar a NBR 5674 (ASSOCIAÇÃO..., 2012) sobre manutenção predial, que apresenta algumas listas onde sugere itens a serem checados quando da vistoria de uma edificação, com o intuito de registrar a situação de conservação do imóvel. A norma também aponta a importância de se fazerem registros organizados e de fácil recuperação e compreensão, além de indicar a necessidade de um relatório final de inspeção que contenha a descrição, previsão de desempenho e de manutenção, e prognóstico.

A NBR 16280 (ASSOCIAÇÃO..., 2015) que discute sobre reformas em edificações, tem em seu escopo alguns itens de interesse comum ao tema aqui pesquisado, como alguns requisitos para a alteração das características originais da edificação e suas funções, e para o registro documental antes da reforma, mas isso é apenas pincelado na norma, sem qualquer detalhamento relevante.

Na NBR 16747 (ASSOCIAÇÃO..., 2020a) são abordados métodos e etapas mínimas a serem cumpridas em uma inspeção predial, de modo a constatar o estado de conservação e funcionamento da edificação no momento da vistoria (de caráter fundamentalmente sensorial), com o objetivo de instruir a gestão de uso, operação e manutenção da edificação. Também essa norma não se refere às edificações históricas nem às suas particularidades em termos de material a ser elaborado pelo profissional responsável pela inspeção, abordando aspectos primordiais do laudo técnico gerado para uma edificação comum. As recomendações contidas nesta norma seguem o mesmo padrão das outras, em caráter de lista de afazeres, sendo ponto comum às recomendações para edificações históricas a importância dada ao levantamento de dados e documentação.

Percebe-se, portanto, carência de publicações brasileiras de cunho técnico e que sejam capazes de embasar procedimentos práticos na execução de projeto de intervenção em restauro ou de inspeção de edificações históricas. Apesar disso,

alguns manuais foram produzidos em território nacional com o intuito de suprir essa falta. Um exemplo é o Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural, do Programa Monumenta (GOMIDE *et al.*, 2005), elaborado no ano 2000 por profissionais da área a partir de suas experiências, principalmente na lida de documentos para o IPHAN. Esse manual trata de detalhes como as etapas do projeto de restauro, os levantamentos que devem ser feitos e como devem ser investigados, explanados e indicados no projeto, entre outros.

Em busca de diretrizes referentes aos ensaios não destrutivos, foi possível encontrar algumas normas técnicas da ABNT que contêm procedimentos e práticas recomendadas para o uso dos equipamentos - como por exemplo câmeras e outras ferramentas - e para interpretação dos dados obtidos e cálculos a serem feitos a depender da situação de análise.

No caso da termografia infravermelha aplicada a ensaios não destrutivos em edificações, pode-se dizer que a ABNT dispõe de seis documentos: a NBR 15424 (ASSOCIAÇÃO..., 2016a) que trata da terminologia relativa a termografia, a NBR 15718 (ASSOCIAÇÃO..., 2009) que fornece diretrizes para a verificação dos termovisores, a NBR 16292 (ASSOCIAÇÃO..., 2014) sobre medição e compensação da temperatura aparente refletida, a NBR 16485 (ASSOCIAÇÃO..., 2016b) que aborda sobre a medição e compensação da emissividade, a NBR 16554 (ASSOCIAÇÃO..., 2016c) sobre a medição e compensação da transmitância de um meio atenuante e NBR 16818 (ASSOCIAÇÃO..., 2020) que apresenta o procedimento para aplicações da termografia infravermelha. A disponibilização tão recente dessas normas é evidência de que a pesquisa científica envolvendo os ensaios com a câmera termográfica ainda tem muito a ser desenvolvida. Nota-se também que as diretrizes aí contidas não possuem especificidades direcionadas às edificações históricas, ponto que poderia ser tratado em atualizações futuras, visto que a termografia é uma ferramenta de comprovada eficiência na avaliação do patrimônio cultural.

2.5.2 Legislação Internacional

No que concerne às normas técnicas internacionais, é possível encontrar uma grande quantidade de referências parcial ou totalmente ligadas ao tema em questão, sendo que destas há algumas publicações normativas direcionadas especificamente à conservação e restauro do patrimônio cultural.

Determinadas organizações têm um papel mundialmente reconhecido no ramo das padronizações técnicas, como é o caso do Comitê Europeu de Normalização (CEN) - que engloba 30 organismos nacionais de normalização que fazem parte da União Europeia e da Associação Europeia de Livre Comércio (EFTA) - e da Associação Americana para Testes e Materiais (ASTM). Por conta disso, suas normas servem de base para a normalização de diversos outros países, inclusive aqui do Brasil. Assim, a pesquisa sobre a padronização internacional, feita com base nas normas europeias (EN) e estadunidenses (ASTM), engloba práticas técnicas utilizadas em diversas partes do mundo e, por conta disso, essas organizações foram algumas das principais fontes de busca para o assunto discorrido neste item, além dos Conselhos e Organizações ligadas ao patrimônio.

O Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS, do inglês *International Council on Monuments and Sites*), por exemplo, tem diversas publicações que servem de guia para o entendimento das bases teóricas do restauro e sua aplicação, como a Carta de Veneza de 1964 (ICOMOS, 1964), a Carta com princípios de conservação de patrimônios edificados de 2003 (ICOMOS, 2003), bem como os guias de conservação e avaliação. A exemplo da normativa italiana, o ICOMOS, por meio de uma publicação de 2010, apresenta um glossário ilustrado referente às deteriorações em pedra. Esse documento, segundo Rodrigues (2015) foi fruto de pesquisas iniciadas na década de 1970, em que se tinha como objetivo a uniformização de terminologias que descrevessem os padrões de deterioração das edificações históricas. Rodrigues (2015) ainda afirma que, apesar desse projeto ter sido abandonado por conta das dificuldades impostas pela língua, diversos pesquisadores contribuíram nesse mesmo sentido – sendo a NORMAL - 1/88 (CNR-ICR, 1990) um dos documentos gerados - , atingindo, segundo ele, um enorme progresso nesse campo, visto que pessoas de diferentes países ou línguas podem compartilhar de um mesmo entendimento por meio de uma uniformização sólida de terminologias. Apesar disso, não há publicações do ICOMOS que complementem as ideias já anunciadas em outros guias, como uma metodologia ou explanação das técnicas para mapeamento de danos ou uniformização de termos para outros materiais de construção que não a alvenaria de pedra.

Na Itália, a norma em vigor UNI 11182 de 2006 (ENTE..., 2006), trata especificamente da degradação dos materiais de alvenaria (de pedra, tijolos cerâmicos, estuque e etc). Nesta normativa são apresentados os termos a serem

utilizados para cada forma de alteração visível macroscopicamente e a definição das causas de cada tipo de alteração. Essa norma substitui a NORMAL - 1/88 (CNR-ICR, 1990), que também apresentava os termos técnicos e, adicionalmente, estabelecia uma metodologia de estudo unificado dessas degradações com o intuito de controlar a eficácia do tratamento de conservação dessas edificações históricas. Para tanto, a NORMAL - 1/88 (CNR-ICR, 1990) apresentava uma recomendação de representação gráfica dos danos observados na alvenaria.

Uma variedade considerável de normas europeias (EN) é direcionada especificamente às tratativas concernentes ao patrimônio construído, agrupada sob o tema de denominação “Conservação do Patrimônio Cultural”. Algumas destas, que têm relação direta com o assunto desta pesquisa, são: NF EN 16096 (ASSOCIATION..., 2012) que aborda diretrizes para avaliação, e registro da idade do patrimônio edificado, a NF EN 16242 (ASSOCIATION..., 2013) que orienta sobre a medição da umidade relativa do ar e da troca de umidade entre o ar e a edificação histórica, a NF EN 16572 (ASSOCIATION..., 2015) que apresenta um glossário de termos técnicos relativos à argamassa de assentamento e de revestimento, a NF EN 16682 (ASSOCIATION..., 2017a) que trata da medição da umidade, a NF EN 16853 (ASSOCIATION..., 2017b) sobre a gestão, planejamento e execução da conservação-restauração do patrimônio cultural material, NF EN 15898 (ASSOCIATION..., 2011) que define os principais termos técnicos gerais e suas definições relativos à conservação do bem cultural edificado.

A Organização Internacional de Normalização (ISO) possui recomendações destinadas à organização de documentos e registros e apresenta, dentre estas, a ISO/TR 19263-1 (INTERNATIONAL..., 2017) que aborda sobre as práticas de registro fotográfico do patrimônio edificado.

Diretrizes interessantes em termos de inspeções de edificações são abordadas - de acordo com o que apresenta o artigo crítico de Straub (2009) - na norma holandesa NEN 2767 (NEN, 2006; NEN, 2008; NEN, 2009), que tem como intenção evitar ambiguidades na realização dessas atividades. Nessa norma apresenta-se a chamada escala de seis pontos, que nada mais é do que a qualificação das condições da edificação, associada a uma escala que varia de 1 a 6. No trabalho de Straub (2009), o autor afirma que uma das limitações dessa norma é a falta de informação acerca da localização precisa dos danos bem como suas causas, fato que dificulta a manutenção adequada. Ainda segundo o autor, a norma

é uma ferramenta eficaz quando é usada por inspetores altamente qualificados e que farão a manutenção da edificação. No entanto, Straub (2009) afirma que a norma se torna de difícil aplicação quando usada como uma ferramenta para coleta de dados relativos à situação corrente da edificação em termos de danos existentes.

Ainda em se tratando de inspeção de fachadas, a norma E2841-11 (ASTM, 2011b), apresenta, segundo sua própria descrição, uma metodologia para conduzir inspeção periódica. Apesar de não ser uma norma direcionada especificamente a edificações históricas, a sequência de atividades lá prevista – revisão dos documentos disponíveis, avaliação da concepção de projeto, avaliação das especificações de serviço, inspeção e análise dos dados - é comum às atividades presentes nos documentos direcionados à conservação de monumentos. No entanto, a metodologia ali presente consiste em uma listagem das etapas a serem seguidas e, no que diz respeito à avaliação das condições atuais (ou seja, trecho em que caberia a abordagem sobre o mapeamento de danos), é igualmente oferecida uma lista de prováveis problemas a serem encontrados e documentados. O modo de se fazer esse registro dos danos ou então de se quantificar esses danos de uma maneira mais objetiva não é apresentado nesta norma.

Em complementação à anterior, a norma E2270-14 (ASTM, 2014d), aborda alguns aspectos sobre a inspeção em fachadas, como por exemplo as definições da chamada inspeção generalizada (a uma distância de 1,80 m) e da inspeção detalhada (tátil, com auxílio de NDT e remoção de testemunhos), além de nortear sobre o alcance e o tipo de inspeção a depender da idade da fachada e do material de que é constituída. Ainda assim, a despeito da relevância das sugestões para o tema, não há diretrizes específicas para um mapeamento de danos.

Parcela importante das produções sobre as práticas do restauro reside nas cartas patrimoniais. A primeira a ser publicada foi a Carta de Atenas (ESCRITÓRIO..., 1931), de 1931, que aborda a valorização dos monumentos, uma visão geral sobre técnicas de conservação e a importância dessa valorização por parte da comunidade, tanto ao se pensar na relação entre países, quanto na passagem entre gerações: entre pais e filhos, professores e alunos. Posteriormente, em 1964, a Carta de Veneza (ICOMOS, 1964), mesmo sendo elaborada a fim de resolver problemas de Veneza, teve o papel de convocar uma normatização de critérios para solucionar questões da Segunda Guerra Mundial, e veio a atualizar a Carta de Atenas. Fornecendo mais conceitos acerca das ações de conservação e de

restauração de monumentos e sítios, o documento já trazia à tona discussões sobre a manutenção ou não de contribuições feitas na edificação ao longo do tempo. Em 1972, a Carta do Restauo (ITÁLIA, 1972) foi divulgada pelo Governo da Itália com o intuito de garantir a fiscalização sobre as intervenções em restauração realizadas em obras de arte em território italiano. Foi então, no mesmo ano da Carta do Restauo que a UNESCO foi fundada e a Convenção Mundial do Patrimônio (UNESCO, 1972), adotada, sendo o único tratado internacional dedicado à preservação do patrimônio cultural e natural. Esse tratado, fruto de um movimento de preservação que se revela no pós Primeira Guerra Mundial, expõe que algumas propriedades culturais ou naturais transcendem a valoração nacional e têm, portanto, importância para toda a humanidade, sendo convencionalmente categorizadas como de Valor Universal Excepcional (OUV, do inglês *Outstanding Universal Value*) (UNESCO, 2020b).

A UNESCO publicou alguns manuais concernentes à gestão de patrimônios naturais e culturais, à gestão de riscos ao patrimônio e à preparação para nomeação como patrimônio mundial. Segundo a própria entidade, esses manuais têm como principal objetivo orientar os Estados-partes e demais envolvidos com a conservação do patrimônio, em especial, o Mundial para a correta implementação da Convenção do Patrimônio Mundial de 1972. O manual intitulado “Gestão do Patrimônio Mundial Cultural”, realizado em conjunto com o ICOMOS, o Centro Internacional de Estudos de Conservação e Restauração de Bens Culturais (ICCROM) e a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), apresenta todo o contexto da preservação do patrimônio, como gerir esse patrimônio, textos de apoio e demais informações relevantes para garantir a proteção dos bens culturais de acordo com as práticas mais atualizadas, sempre calcadas na Convenção de 1972. No que concerne ao tema aqui pesquisado, o manual apresenta observações interessantes sobre o monitoramento do patrimônio, indicando que ele “deve ser realizado com base em uma metodologia sistemática para reduzir o máximo possível a subjetividade” (WIJESURIYA; THOMPSON; YOUNG, 2016). Essas e outras recomendações do manual são valiosas para o entendimento de conceitos que podem ser aplicados no desenvolvimento de um método, por exemplo, de mapeamento de danos, que poderá ser aplicado a outros monumentos ou então ao mesmo edifício em tempos futuros.

A ASTM tem publicadas diversas normas técnicas referentes à termografia infravermelha. As normas E1862-14 (ASTM, 2014a), E1897-14 (ASTM, 2014b) e E1933-14 (ASTM, 2014c) dão recomendações sobre o uso das câmeras e como interpretar os resultados obtidos do aparelho. As recomendações contidas em ASTM E2758-15a (ASTM, 2015) e E2847-14 (ASTM, 2014e) são destinadas a um melhor uso e calibração dos equipamentos de infravermelho para obter, conseqüentemente, melhores resultados nas medições. Alguns documentos apresentam indicações para usos específicos da termografia, como a D4788-03 (ASTM, 2003) que aborda a detecção de delaminações em lajes de pontes e a C1153-10 (ASTM, 2010) que se refere ao uso da câmera termográfica para localização de umidade no isolamento de telhados.

Além dessas, a E1316-20 (ASTM, 2020) é base para todos os ensaios não destrutivos, visto que ela apresenta a nomenclatura relativa a vários ensaios não destrutivos, inclusive a termografia infravermelha.

3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu basicamente na construção de um procedimento de análise dos edifícios históricos da UTFPR - caracterizados em três blocos construídos na década de 1930 - com base nas recomendações, normas e trabalhos desenvolvidos sobre o tema. Como já visto anteriormente, não existem normas expressamente dedicadas a guiar, passo a passo, o profissional da área que se propõe a fazer um projeto de restauro de um patrimônio edificado. Nesse contexto, o método aqui exposto pretende introduzir, de maneira efetiva e clara, práticas recomendáveis para esse tipo de análise e aliá-las ao uso da termografia infravermelha de modo que essa ferramenta atue complementarmente ao mapeamento de danos realizado com outros procedimentos de investigação. Nesta pesquisa se utilizou o método passivo de avaliação com a câmera termográfica.

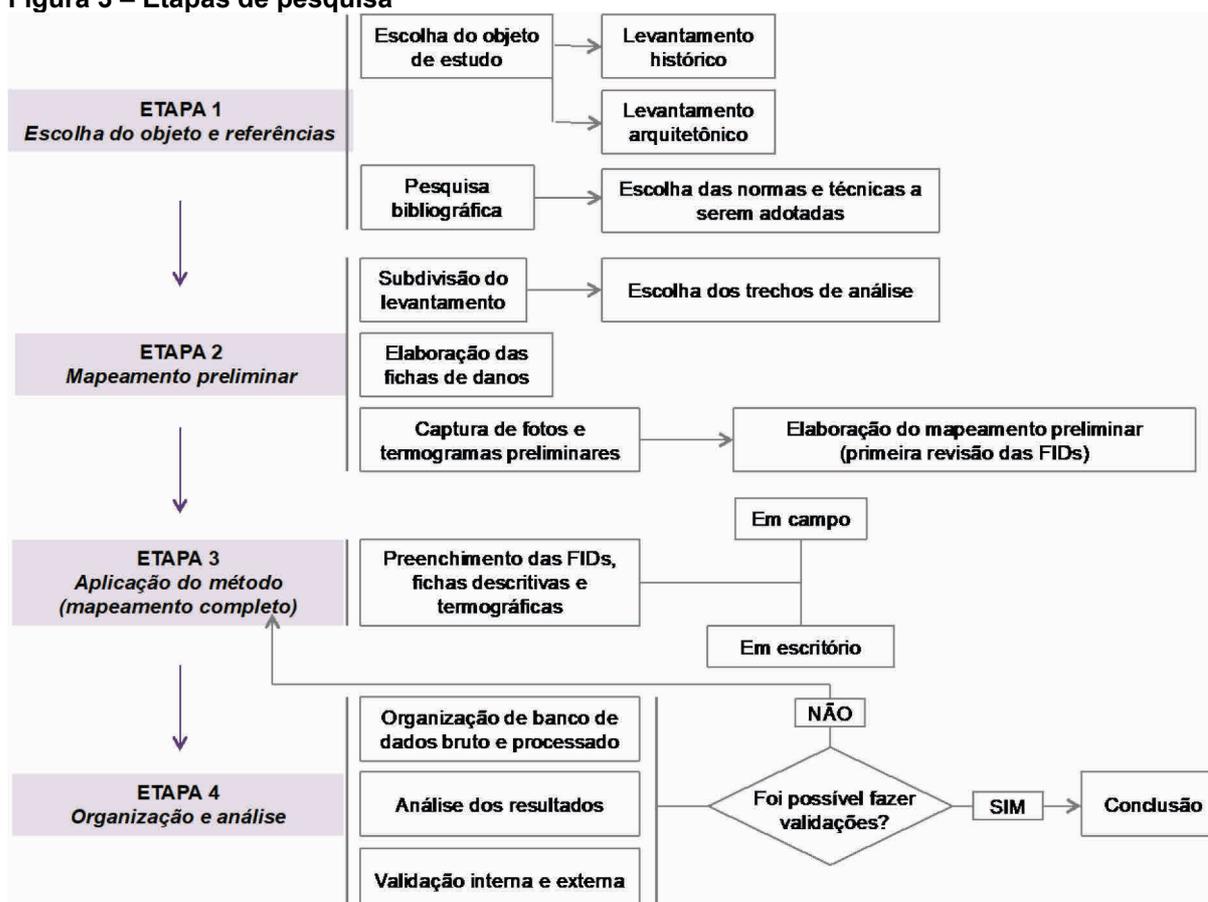
A escolha dos edifícios em questão ocorreu devido à facilidade de acesso e à participação ativa da autora no início do projeto que comporá a proposta de intervenção da edificação. Assim sendo, para o projeto completo, a autora teve auxílio da equipe que produziu os levantamentos históricos, fotográficos e arquitetônicos iniciais precedentes ao mapeamento de danos.

Os próximos parágrafos explicam as etapas da pesquisa representadas na Figura 3. Nota-se que algumas etapas são interdependentes, o que gera um ciclo até que se obtenham resultados considerados válidos.

A primeira etapa, que consistiu na coleta de dados históricos, foi feita com o auxílio dos arquivos públicos da cidade e da própria Universidade, de onde foram obtidos registros e documentos diversos sobre a edificação em estudo. Dentre estas evidências estão alguns projetos arquitetônicos antigos, matérias de jornais e revistas, trechos de livros e artigos, e fotos.

Paralelamente à coleta de dados históricos e organização destes, foram realizados os levantamentos arquitetônicos, com os quais foi possível produzir o caderno de levantamentos com plantas, cortes, elevações e o caderno de esquadrias. Esses levantamentos foram de primordial importância para a etapa de mapeamento de danos. Obteve-se acesso a peças gráficas produzidas para a ampliação do complexo (ver ANEXO A), provavelmente datadas da década de 1940, além de documentos iconográficos por meio dos arquivos da Universidade, que foram suficientes para a construção da proposta que aqui se apresenta.

Figura 3 – Etapas de pesquisa



Fonte: Autora, 2020.

Simultaneamente aos levantamentos, foi realizada a pesquisa bibliográfica que embasou todas as práticas do método em desenvolvimento. Foi nesta etapa que foram selecionadas as normas técnicas de referência para a elaboração das fichas de inspeção.

Com os levantamentos arquitetônicos em mãos, foram definidos eixos de amarração principais e secundários, sendo os principais os eixos numéricos que constam no levantamento arquitetônico, e os secundários os eixos alfabéticos. Apresenta-se na Figura 48 (ver no APÊNDICE A), a planta da edificação com os eixos em questão. Estes últimos foram fruto de trabalho minucioso em que a autora viu a necessidade de subdividir a fachada a ser mapeada em trechos menores, que possibilitassem sua representação em pranchas (as chamadas Fichas de Identificação de Danos - FIDs). Definidos os eixos, escolheu-se o trecho da edificação a ser aplicado o método proposto neste trabalho. Além das FIDs, seguindo sugestões de Tinoco (2009), Tirello e Correa (2012) e Rocha *et al.* (2018), foram confeccionadas as chamadas FCDs (Fichas de Classificação de Danos), que

nada mais são do que um catálogo de manifestações patológicas, por assim dizer, para auxiliar os pesquisadores na identificação de cada dano. Nessa mesma etapa, concentrou-se a elaboração de todas as fichas, a captura de fotografias, de termogramas e execução de algumas práticas de mapeamento de danos preliminares.

Concluída a etapa anterior, seguiu-se à aplicação do método proposto, por meio do mapeamento de danos, realizado de maneira pormenorizada no trecho escolhido e com o auxílio de todas as fichas previamente elaboradas. Em um primeiro momento, com base nas fotos antecipadamente capturadas, realizou-se um mapeamento inicial, no qual todos os danos identificados (com o auxílio das FCDs) foram transcritos para o software de desenho técnico AutoCAD®, compondo uma primeira revisão das Fichas de Identificação de Danos (FIDs).

Depois, essas FIDs foram impressas em folhas A3 e levadas a campo, - juntamente com as FCDs, impressas em folha A5 - para serem trabalhadas manualmente, nas quais os pesquisadores envolvidos anotaram em escala todos os danos visíveis que não foram possíveis de serem identificados exclusivamente pelas fotografias.

Assim, como proposto por Tinoco (2009), Tirello e Correa (2012) e Rocha *et. al* (2018), as FIDs foram a base para o Mapa de Danos final, visto que esse se consolidou a partir da junção dessas fichas em pranchas maiores, formando então o produto final - destinado à proposta de restauro - que é etapa fundamental para composição dos projetos legais encaminhados aos órgãos competentes, contemplando também o levantamento histórico e a proposta de intervenção. As FIDs compõem a base de dados da edificação e indica-se que sejam usadas, assim como sugere Tinoco (2009), como documentos primários para inspeção e manutenção posterior.

Ainda nessa fase de mapeamento, conjuntamente com as inspeções tátil-visuais feitas em campo, foram realizadas termografias, registradas em fichas termográficas elaboradas para rastreamento dos dados de campo. A fase de mapeamento dos danos foi realizada em ciclos, em que se obteve dados de campo, esses dados foram processados no escritório e, caso ainda fossem insuficientes, foram novamente complementados com nova visita em campo até que se atingissem resultados satisfatórios.

Feito isso, a próxima etapa consistiu na organização de todos os dados brutos e processados e na análise dos resultados obtidos, que consistiu em fazer um comparativo entre o que foi observado na inspeção tátil-visual - transposto para os desenhos computadorizados com o auxílio de fotografias- , e as imagens obtidas da câmera termográfica. A partir daí, trabalhou-se na construção das validações da pesquisa com correlações internas (entre os próprios resultados) e externas (com resultados de estudos similares).

3.1 O MÉTODO DE ANÁLISE

O estudo de edificações com o auxílio de ensaios não destrutivos tem sido feito há mais de 60 anos, no entanto a abordagem pode variar e influenciar nos resultados finais cabendo a prerrogativa ditada por Yin (2015) de que a escolha das estratégias e técnicas da análise de dados antes de sua efetiva coleta é essencial para que um estudo de caso seja assertivo. Assim, uma extensa pesquisa antes da experimentação em campo foi realizada. Os parágrafos a seguir apresentam um breve panorama das estratégias de análise observadas em estudos recentes com o intuito de situar este trabalho no contexto acadêmico atual.

Ao analisar estes estudos e tentar desenhar um panorama geral do método de aproximação a um patrimônio edificado, aplicado com o objetivo de avaliar suas superfícies e materiais, suas manifestações patológicas, suas estruturas e sua situação enquanto objeto que sofreu intervenção; é possível notar que grande parte dos estudos utiliza-se de múltiplas fontes de evidência que norteiam as coletas de dados e as conclusões.

Fonte de evidência primordial, a pesquisa histórica (ou filologia) da edificação possibilita detectar todas as fases e intervenções às quais a estrutura foi submetida, norteando em um primeiro momento a escolha dos elementos ou pontos de análise. Adicionalmente a isso, a contextualização histórica da edificação dá indicativos das técnicas construtivas, materiais, fases e tempo de construção, eventuais causas de degradação (terremotos, enchentes, guerras, por exemplo), entre outros fatores. Tudo isso combinado, assim como os teóricos do restauro do século XIX já indicavam, forma a base para uma compreensão inicial do todo sendo, portanto, adotada como princípio para o trabalho que aqui se desenvolve.

Os levantamentos arquitetônicos e estruturais das edificações também são dados apresentados na maioria das pesquisas consultadas, tornando-se um fator de alta relevância também para este estudo de caso.

Ainda a propósito da diversidade de fontes, a pluralidade de ferramentas de inspeção foi um aspecto presente em praticamente todos os trabalhos, nos quais além da inspeção visual e captação de fotos, foram realizados um ou mais tipos de ensaios não destrutivos, de modo que o cruzamento de dados dos diversos testes tendem a apontar para uma conclusão melhor embasada. Nesse contexto, a pesquisa aqui apresentada segue outro caminho, visto que será utilizada apenas a termografia infravermelha como ferramenta auxiliar no mapeamento de danos. No entanto, deve-se deixar claro que a intenção dos trabalhos acima referidos é diferente da desta pesquisa, sendo o intuito dos primeiros obter maneiras de melhor interpretar as manifestações patológicas, usando os ensaios para fazer o diagnóstico e, assim, embasar a proposta de intervenção. Já para este trabalho, o intuito é de usar a termografia infravermelha na etapa de mapeamento de danos para agregar uma ferramenta tecnológica ao método aqui desenvolvido. Ou seja, a IRT neste trabalho é utilizada em uma etapa anterior à usada nos trabalhos supracitados, passando do item 2.4 para o 2.1 da sequência de atividades apresentada na Figura 16 e melhor explanada no item 3.5 deste trabalho.

3.2 BREVE HISTÓRICO DOS OBJETOS DE ESTUDO

No início do século XX, em um momento de modernização do país, iniciou-se uma busca por mão de obra qualificada para trabalhar na indústria, sendo esse o pontapé inicial para a criação, em 1910, da Escola de Aprendizes Artífices do Paraná. O presidente eleito Afonso Pena e seu vice, Nilo Peçanha, previram a instrução de jovens de baixa renda que teriam, nessas escolas de aprendizes, a oportunidade de ascensão social por meio da profissionalização, gerando produtividade e competitividade na indústria em ascensão. Nessa época e por mais 26 anos, a Escola esteve sediada na Praça Carlos Gomes (LEITE, 2010).

As dificuldades sanitárias e de espaço físico enfrentadas pelos alunos, professores e demais funcionários no antigo prédio fizeram com que, em 1935, houvesse mudança da sede para o local onde ainda hoje se encontra a atual Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) (CASTRO, 2018). A partir do

projeto da Cia. Construtora Nacional S. A. (Wayss & Freytag) do Rio de Janeiro, as obras foram iniciadas nesse ano e concluídas em 1936, levando à transformação, em 1937 da Escola de Aprendizes Artífices em Liceu Industrial do Paraná, ampliando ainda mais as opções de cursos voltados à profissionalização com vistas para a indústria (LEITE, 2010).

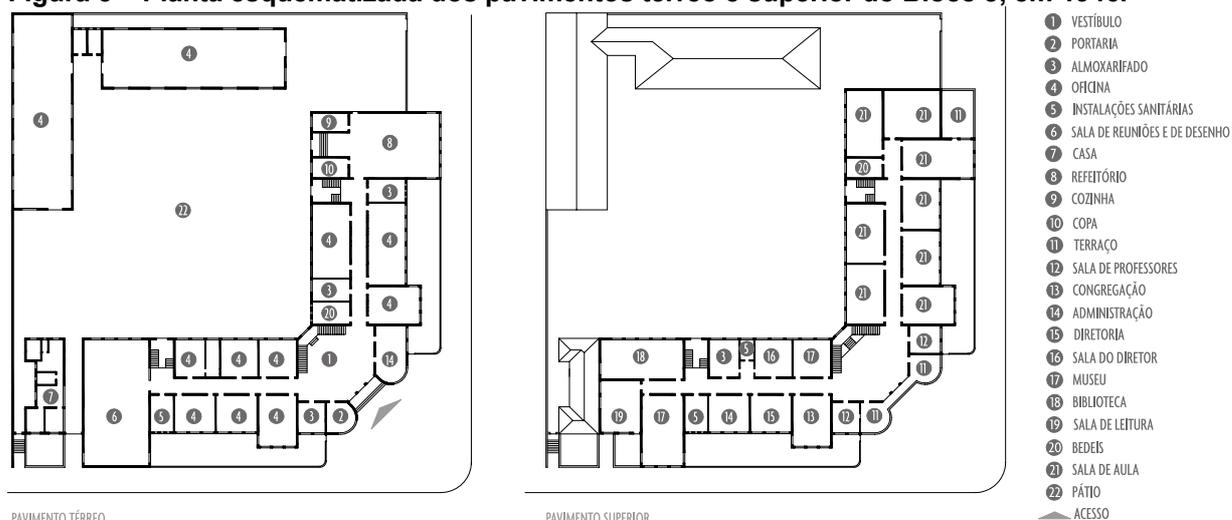
Na década de 1930, os edifícios históricos do Bloco J, que fazem parte do conjunto em estudo desta pesquisa, eram os únicos até então erigidos (como mostra a Figura 4), e eram dedicados exclusivamente às aulas propriamente ditas e às refeições (LEITE, 2010). A Figura 5 mostra as divisões internas da Escola nessa primeira fase.

Figura 4 – Planta do quarteirão com indicação das áreas pertencentes à União e ao Estado e as que estavam em litígio.



Fonte: Arquivo UTFPR, 1946.

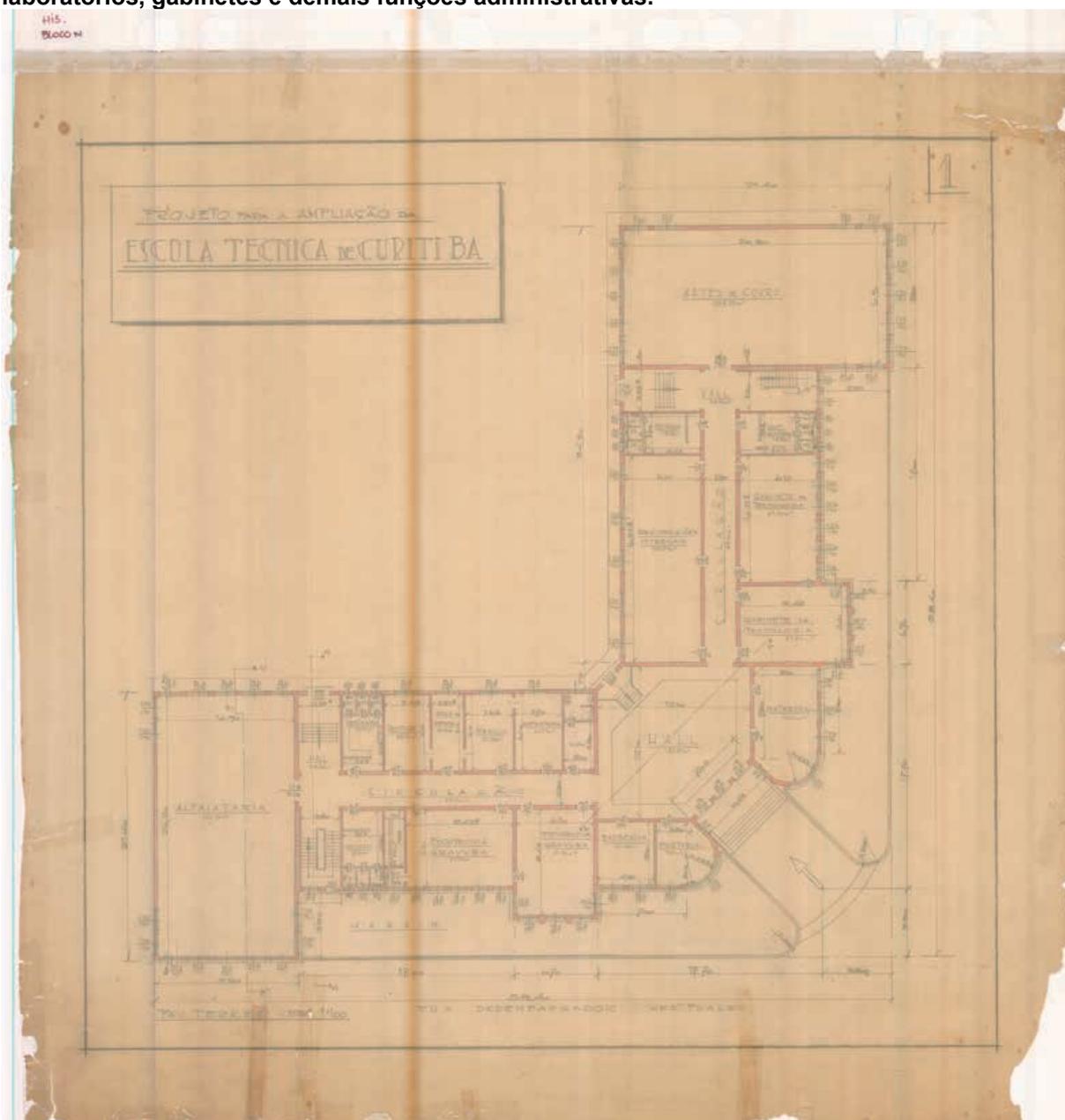
Figura 5 – Planta esquematizada dos pavimentos térreo e superior do Bloco J, em 1946.



Fonte: CASTRO, 2018.

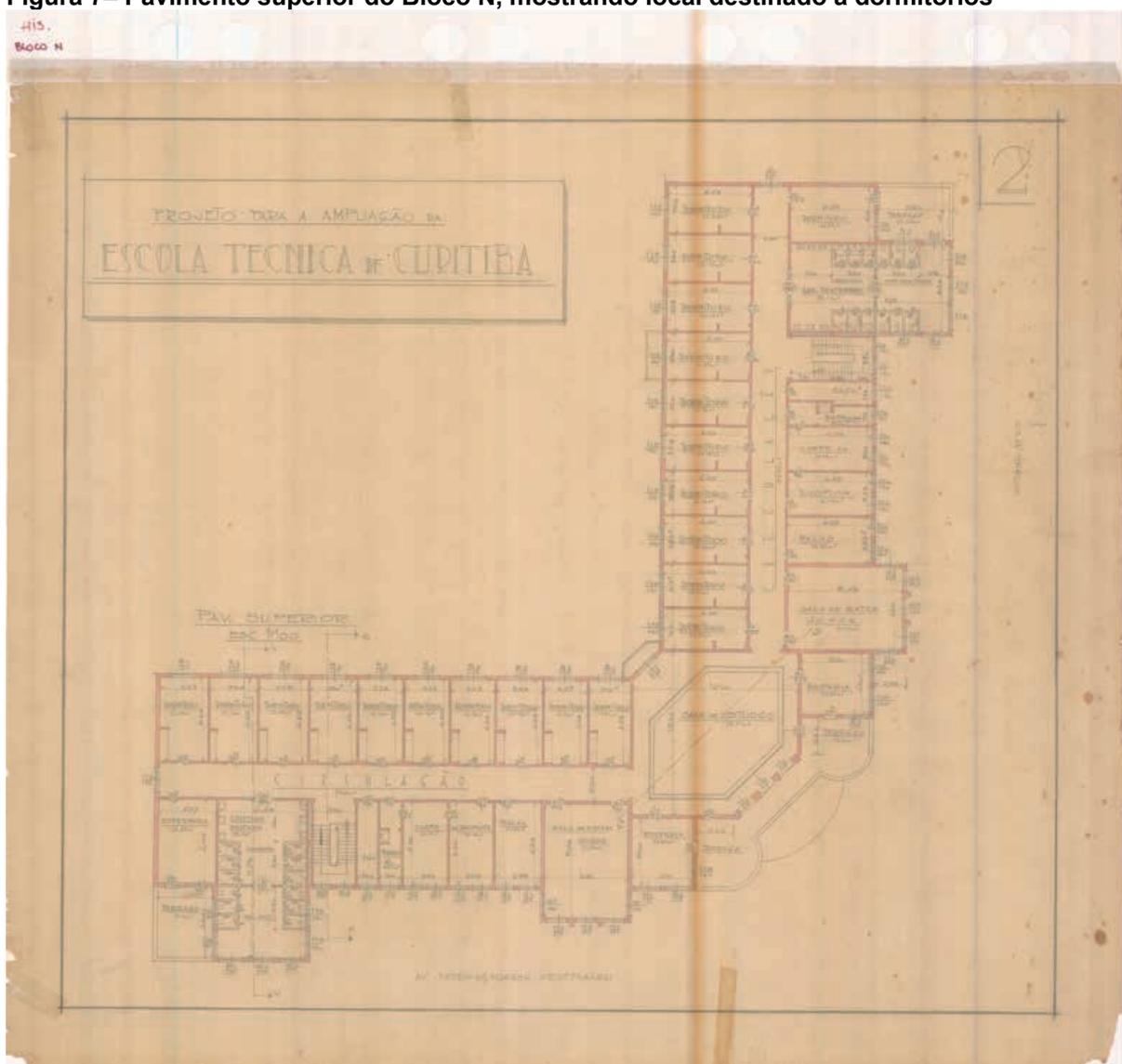
Depois, já na década de 1940, surgiu a necessidade de ampliação da escola e de destinação de parte das dependências a um internato, além de salas de convívio, salas administrativas, de jogos, piscinas, quadras de esporte e arquibancadas (LEITE, 2010), como mostra a Figura 6, Figura 7 e a Figura 8, referentes aos projetos arquitetônicos de ampliação, quando foram concebidos os Blocos K e N, escopo desse trabalho junto ao Bloco J da década anterior. As mudanças físicas refletiram também em alterações no modelo de ensino e na denominação do grupo escolar, que passou de Liceu para Escola Técnica de Curitiba. No ano de 1978 a Escola passou a ser Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR) e em 2005 oficializou-se a instituição como Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Figura 6 – Pavimento térreo do Bloco N, mostrando local destinado às salas de aula, laboratórios, gabinetes e demais funções administrativas.



Fonte: Arquivo UTFPR, [1946].

Figura 7– Pavimento superior do Bloco N, mostrando local destinado a dormitórios



Fonte: Arquivo UTFPR, [1946].

Figura 8 – Perspectiva do projeto de ampliação da UTFPR.



Fonte: Arquivo UTFPR, [1946].

O uso desses ambientes internos, ligeiramente diferente do atual, traduz-se em alterações no tipo de ocupação, que por sua vez indica modificações nas cargas estruturais, nos fluxos de pessoas e alterações importantes decorrentes da nova utilização (como é o caso do laboratório de radiologia em local em que esse uso não foi anteriormente previsto).

Atualmente o complexo arquitetônico da Instituição, situado em uma mesma quadra no centro da cidade de Curitiba, é composto de quinze blocos, que foram construídos em diferentes épocas, traduzindo-se em expressiva diversidade de técnicas e de materiais construtivos, a exemplo do Bloco E localizado na esquina da Av. Sete de Setembro com a R. Mal. Floriano, concebido todo em concreto aparente em 1975 (LEITE, 2010). A pesquisa aqui desenvolvida tem como objeto de estudo um trecho do Bloco J, que junto com os Blocos K e N são os edifícios mais antigos do complexo, situados conforme mostra a Figura 9. O primeiro, construído em 1935, possui fachada que vai da Av. Sete de Setembro até um trecho da Av. Desembargador Westphalen. Os outros dois foram erigidos aproximadamente dez anos depois, sendo que o segundo tem sua fachada voltada para a Av. Desembargador Westphalen, e o terceiro fachada que vai da Av. Desembargador

Westphalen até um trecho da Av. Silva Jardim. Estes foram os primeiros blocos de vários outros do complexo que viriam a ser posteriormente erguidos na mesma região.

Figura 9 – Blocos J, K e N da UTFPR Centro em destaque



Fonte: Google Maps com intervenção da autora, 2019.

Configuram-se com o formato arquitetônico em voga na época para grupos escolares, em “L”, representando um avanço em direção à modernidade, com linhas curvas predominantes no trecho central, onde está o acesso principal e linhas retas predominantes nas alas laterais, onde estão concentrados os ambientes administrativos, de ensino, apoio e serviço (CASTRO, 2018). Esse formato confere diferenças na insolação do complexo, visto que a fachada externa situada na Av. Sete de Setembro é voltada para o Norte, as da Av. Desembargador Westphalen são voltadas para o Oeste e a da Av. Silva Jardim, para o Sul.

Constituídas de dois andares, as edificações foram concebidas - de acordo com indícios históricos apontados por Santos (2008), ao afirmar que a Cia.

Construtora Nacional S. A. (Wayss & Freytag) foi a pioneira no Brasil com especialização em projetos e construção de concreto - em estrutura de concreto armado com fechamento em alvenaria de vedação, apresentando também marquises e cúpulas (uma no Bloco J e outra no Bloco N) nesse mesmo sistema estrutural. Estes elementos já demonstrariam a modernidade dessas edificações em plena década de 30, um sinal dos tempos que viriam a consolidar a fama de cidade moderna que Curitiba emplaca na década de 1950, com várias edificações emblemáticas como o Teatro Guaíra, a Biblioteca Pública do Paraná, o complexo do Centro Cívico e diversos arranha-céus. Ainda que revestida de forma e linhas do então moderno art-déco, a UTFPR é um exemplar de linguagens modernistas, que em seu formato em “L” abandona a simetria impositiva, usa de volumetrias diferentes e atenua a hierarquia até então adotada nas escolas (CASTRO, 2018). Assim, essa edificação já sinalizava a chegada do Movimento Moderno na cidade de Curitiba, movimento que representou o desenvolvimento da construção civil em escala industrial com o emprego massivo do concreto armado, técnica que ainda perdura nas construções atuais.

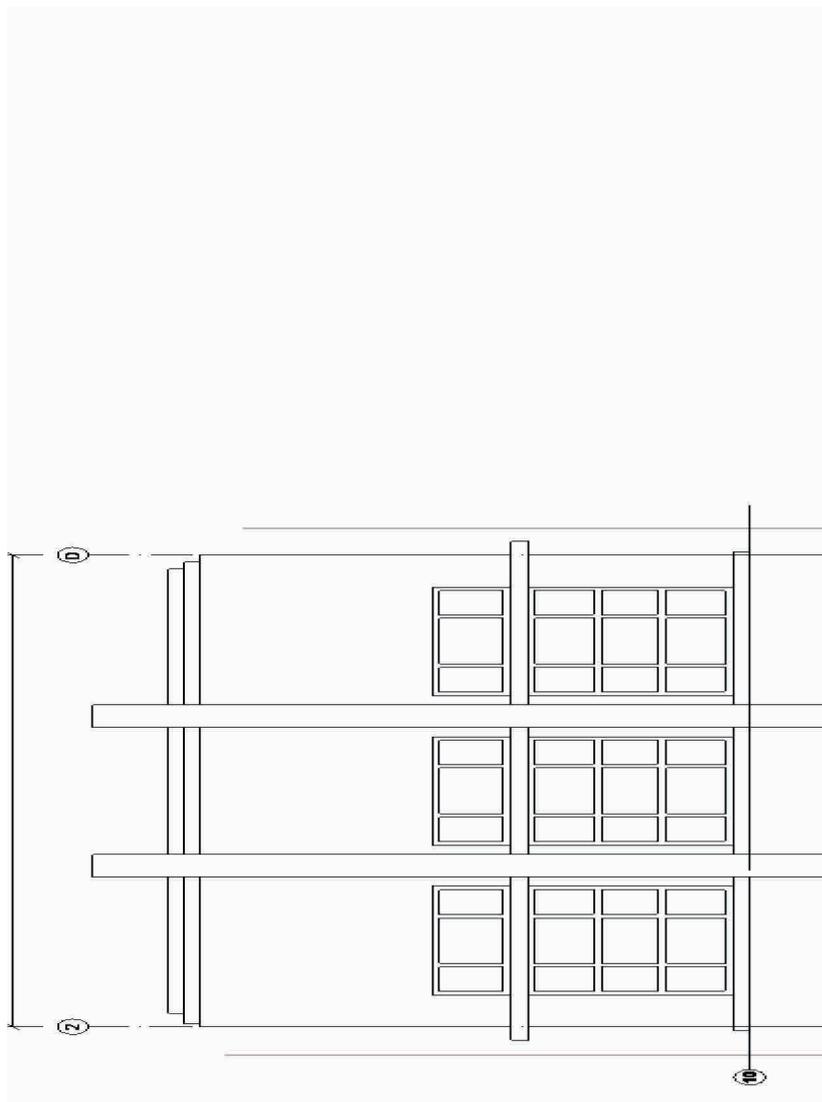
Os blocos J, K e N juntos ocupam um total de aproximadamente 3.800 m² do terreno, sendo em torno de 8.500 m² de área construída. Possuem pé-direito alto, de 3,70 metros que, em alguns trechos, chega a quase 5 metros. Sua cobertura é, na maior parte, de telhas cerâmicas e o acabamento das fachadas externas é unicamente com pintura sobre reboco. As esquadrias de portas e janelas, originalmente em madeira e ferro, foram preservadas em alguns casos e em outros foram substituídas por alumínio. Além disso, foi possível notar nos ambientes internos, - por meio dos levantamentos arquitetônicos feitos pela equipe de projetos da instituição - que há uma grande diversidade de revestimentos e acabamentos, inclusive em decorrência das intervenções executadas ao longo desses 85 anos de existência.

3.3 DELIMITAÇÃO DO OBJETO

Para esta pesquisa, o método proposto será aplicado, com efeito, a um trecho da fachada do Bloco J, entre os eixos 2 e D, conforme mostra a Figura 10, voltada para a Av. Sete de Setembro. Assim, intenta-se obter resultados suficientes

para a validação deste método, bem como para a análise dos dados obtidos com a câmera termográfica em adição àqueles obtidos com a inspeção tátil-visual.

Figura 10 – Elevação da fachada do Bloco J entre os eixos 2 e D



Fonte: DIRPRO com intervenções da autora, 2020.

3.4 OS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

O trabalho aqui apresentado é fruto da junção de atividades de pesquisa bibliográfica, iconográfica, entre outros; de atividades de campo e de atividades de análise e consolidação dos resultados. Para as primeiras e as últimas, o equipamento utilizado foi basicamente um *notebook* (MacBook Pro 2011, processador Intel Core i7 de 2,7 GHz, memória RAM de 8 GB) alguns programas computacionais como o Adobe Photoshop®, para tratamento de fotografias, e o AutoCAD®, programa que permite a criação de desenhos bidimensionais em escala

pelo sistema CAD (do inglês, *Computer-Aided Design*). Já para a etapa cumprida em campo, foram utilizadas a câmera fotográfica e a câmera termográfica. Nos itens a seguir especificam-se esses equipamentos, bem como informações que exerçam alguma influência nos resultados finais obtidos. Assim, pretende-se tornar o trabalho aqui desenvolvido cientificamente comprovável e reproduzível.

3.4.1 Câmera fotográfica

A câmera fotográfica utilizada para todas as capturas de imagens concernentes ao mapeamento de danos das fachadas externas foi a câmera digital Nikon D5300, formato DX Nikon, com sensor de imagem CMOS 23,5 x 15,6 mm e com total de pixels de 24,78 milhões.

As capturas (fotográficas e termográficas) foram feitas, na medida do possível, com a câmera posicionada paralelamente à superfície a ser fotografada, de modo que o feixe de luz refletido pelo paramento fosse o mais perpendicular possível em relação à lente da câmera (ver Figura 11). Mesmo assim, algumas capturas ficaram sujeitas a distorções que foram corrigidas computacionalmente por meio da ferramenta de distorção de perspectiva do Adobe Photoshop®. Além disso, o trabalho manual de medição e registro dos danos nas FIDs também foi usado para compatibilização.

Figura 11 – Posição da câmera nas capturas fotográficas e termográficas *in loco*.



Fonte: Autora, 2020.

3.4.2 Câmera de termografia infravermelha (IRT)

A câmera termográfica infravermelha utilizada foi a FLIR E60 de 2013, com resolução IR de 320 x 240 pixels. A Figura 12 apresenta as demais especificações da câmera, atendendo aos itens mínimos requeridos pela NBR 16818 (ASSOCIAÇÃO..., 2020).

Figura 12 – Especificações de imagem e outros dados da câmera termográfica FLIR E60

Imaging and optical data	
IR resolution	320 × 240 pixels
Thermal sensitivity/NETD	< 0.05°C @ +30°C (+86°F) / 50 mK
Field of view (FOV) / Minimum focus distance	25° × 19° / 0.4 m (1.31 ft.)
Spatial resolution (IFOV)	1.36 mrad
Image frequency	60 Hz
Focus	Manual
Zoom	2× and 4× digital zoom, including panning
Focal Plane Array (FPA) / Spectral range	Uncooled microbolometer / 7.5–13 μm

Fonte: FLIR SYSTEMS, 2012.

Quanto às especificações relativas ao campo de alcance de temperatura e à precisão, a Figura 13 apresenta os dados contido no catálogo do produto.

Figura 13 – Especificações de medição da temperatura da câmera termográfica FLIR E60

Measurement	
Object temperature range	-20°C to +120°C (-4°F to +248°F) 0°C to +650°C (+32°F to +1202°F)
Accuracy	±2°C (±3.6°F) or ±2% of reading, for ambient temperature 10°C to 35°C (+50°F to 95°F)

Fonte: FLIR SYSTEMS, 2012.

A modalidade de inspeção utilizada para esta pesquisa foi a qualitativa, visto que o propósito desta inspeção está em aliar seus resultados com aqueles obtidos da análise tátil-visual, apenas avaliando os padrões térmicos apresentados sem, no entanto, aprofundar a análise para definir a criticidade das manifestações patológicas observadas. Isso não impediria, contudo, de analisar em etapas de ensaios posteriores ao mapeamento de danos, pormenorizadamente onde se consideraria necessário.

De acordo com o que especifica o manual da câmera termográfica FLIR E60 (FLIR SYSTEMS, 2011) utilizada nesta pesquisa, é “necessário compensar os

efeitos de um determinado número de diferentes fontes de radiação”. Esses efeitos e os métodos de compensação desses são abordados nas normas técnicas, no entanto, para o caso aqui expresso, a própria câmera faz as compensações automaticamente desde que corretamente informada com os parâmetros necessários. São estes: a emissividade (ϵ), a temperatura aparente refletida, a distância entre o objeto e a câmera, a umidade relativa do ar e a temperatura atmosférica.

Assim, apesar de a compensação ser automática, foram feitas as determinações da temperatura aparente refletida e da emissividade do material de acordo com o que sugere o manual da câmera e as normas técnicas. Ainda que essas compensações não sejam, para a análise qualitativa, indispensáveis (Fé, 2017), a autora optou por executar essas medições em campo visto que a edificação antiga pode ser constituída de materiais com características físicas diferentes daquelas tabeladas. Para que todas essas informações ficassem rastreáveis e organizadas, foram elaboradas fichas para as inspeções termográficas conforme ilustra o APÊNDICE C.

No caso da temperatura aparente refletida, aplicou-se o procedimento da NBR 16292 (ASSOCIAÇÃO..., 2014) para o método refletor, empregando-se como refletor infravermelho um papel alumínio previamente amassado e esticado sobre um pedaço de papelão (de aproximadamente 15 x 25 cm) preso no paramento de análise, conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 – Aparato (15 x 25 cm) usado para medições de campo da temperatura aparente refletida.



Fonte: Autora, 2020.

Feito isso, foi definida a emissividade do material predominante da fachada, ou seja, da alvenaria de tijolos cerâmicos com acabamento de reboco texturizado e pintado. Para isso, executou-se o método da emissividade conhecida presente na NBR 16485 (ASSOCIAÇÃO..., 2016b), utilizando-se como material de referência para essa propriedade a fita isolante da Scotch®, 3M 33+™ Profissional Classe A, atendendo às recomendações da FLIR SYSTEMS (2015), com valor de ϵ igual a 0,96. A Figura 15 mostra o aparato, de aproximadamente 10 x 20 cm, em aplicação.

Figura 15 – Aparato (10 x 20 cm) usado para medições de campo da emissividade.



Fonte: Autora, 2020.

3.5 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

A sequência de atividades para embasar os processos relativos ao mapeamento de danos foi definida usando-se como referência aquela presente no Manual de Elaboração de Projetos de Gomide *et al.* (2005) e no Decreto de Lei n. 543 da PMC, assim como apresenta a Figura 16 com as fases e suas etapas condizentes com as atividades que vão desde o início do projeto até o diagnóstico, sendo que a última fase - de proposta de intervenção – não foi incluída, visto que é posterior ao escopo desta pesquisa.

Segundo Gomide *et al.* (2005), o mapeamento de danos é a primeira etapa da fase de diagnóstico, fase posterior à identificação e conhecimento do bem que compreende as etapas de pesquisa histórica, levantamento físico, análise tipológica e prospecção. Por isso, a primeira fase também foi cumprida para o prosseguimento à segunda fase, na qual reside a proposta desta pesquisa e, portanto, seus resultados.

Figura 16 – Sequência de atividades utilizada como base para a pesquisa, com destaque para a etapa para a qual o método proposto é direcionado.

*Com base em: Manual de Elaboração de Projetos do Programa Monumenta; Decreto n.543 da PMC;
Recomendações para Mapas de Danos de Tinoco (2009)
Atividade*
<p>1. Identificação e Conhecimento do Bem</p> <p>1.1 Pesquisa histórica</p> <p>1.1.1 Relatório final</p> <p>1.2 Levantamento físico</p> <p>1.2.1 Planta de situação</p> <p>1.2.2 Planta de locação</p> <p>1.2.3 Plantas baixas</p> <p>1.2.4 Fachadas (elevações)</p> <p>1.2.5 Cortes</p> <p>1.2.6 Plantas de cobertura</p> <p>1.2.7 Topografia do terreno</p> <p>1.2.8 Documentação fotográfica</p> <p>1.3 Análise Tipológica, Identificação de Materiais e Sistema Construtivo</p> <p>1.3.1 Relatório crítico e conclusivo</p> <p>1.4 Prospecção</p> <p>1.4.1 Mapeamento dos resultados obtidos</p> <p>1.4.2 Documentação fotográfica</p> <p>1.4.3 Relatório</p> <p>2. Diagnóstico</p> <p>2.1 Mapeamento de danos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elaboração das Fichas de Classificação de Danos (FCDs) - Elaboração das Fichas de Identificação de Danos (FIDs) - Termografia infravermelha <p>2.2 Análises do estado de conservação</p> <p>2.3 Estudos geotécnicos</p> <p>2.4 Ensaios e testes</p> <p>2.5 Relatório final</p> <p>2.4.1 Relatório escrito</p> <p>2.4.2 Peças gráficas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mapa de danos em plantas, cortes e elevações <p>2.4.3 Fichas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mapa de danos das esquadrias (caderno) <p>2.4.2 Documentação fotográfica (detalhes)</p>

Fonte: Autora, 2020.

As exigências para o mapeamento de danos são restritas à identificação e registro dos danos observados em campo. No que concerne à identificação, ela deve ser feita de modo que seja universalmente reconhecida, isto é, devem ser adotados termos técnicos usuais e que sejam de fácil entendimento para o

profissional que tiver acesso a esses mesmos documentos posteriormente. Ainda sobre esse tema, se faz necessário elencar as possíveis causas de cada dano observado, auxiliando nas etapas posteriores do diagnóstico que culminam em um relatório final de cunho crítico sobre o estado de conservação da edificação. Desse modo, as ferramentas apresentadas nos próximos itens (3.6, 3.7 e 3.8) foram construídas com o intuito de atender a todas essas recomendações.

3.6 FICHAS DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS (FCD)

A classificação dos danos para a construção das fichas que foram usadas como referência pelos pesquisadores durante as inspeções em campo, foi feita com base em diversas fontes, tanto bibliográficas quanto de observação. Entende-se que a construção de um glossário completo de degradações seria uma pesquisa à parte da atual. Assim, optou-se por contribuir com essa temática pontualmente, satisfazendo as necessidades específicas desse trabalho.

O trabalho de Rodrigues (2015) dá indicações pertinentes sobre a construção de um glossário de deteriorações, onde ele afirma que as terminologias escolhidas devem ser acompanhadas de explicações sobre suas características de degradação e suas causas para serem corretamente associadas e levarem a resultados assertivos. Além dessas, as sugestões de Tinoco (2009) e Tirello & Correa (2012) são importantes pois exemplificam as fichas e os elementos que elas devem conter. Dessa maneira, todas essas recomendações foram levadas em consideração para esta pesquisa.

As FCDs foram elaboradas, quando possível, com base na NORMAL – 1/88 (CNR-ICR, 1990), na UNI 11182 (ENTE NAZIONALE..., 2006) e no glossário ilustrado do ICOMOS (2010). Além destas, outras fontes foram usadas, principalmente na complementação das fichas com as informações de causas e com os exemplos visuais.

As fichas foram então desenvolvidas com o objetivo de suprirem as necessidades desta pesquisa e almejando-se servirem de base para outras pesquisas e/ou para futuras inspeções nos próprios edifícios da UTFPR. Para tanto, incluiu-se as seguintes informações em cada ficha:

- Terminologia do dano;
- Código do dano;

- Classificação para o nível de deterioração do substrato em decorrência do dano;
- Substrato de ocorrência;
- Representação gráfica do dano (ou seja, hachura do AutoCAD);
- Exemplo visual;
- Descrição do dano;
- Causas prováveis desse tipo de dano;
- Agente de degradação.

Lembrando que o objeto de estudo possui não só trechos em alvenaria, mas também em concreto armado, portanto, o mesmo tipo de dano pode incidir tanto em um quanto em outro substrato, sendo assim classificados com mesma terminologia, porém, com código e demais informações diferentes. A terminologia dos danos foi definida, assim como já dito, com base nas referências de pesquisa.

O código do dano foi arbitrado pela autora obedecendo a uma certa ordem. Basicamente definiu-se que os danos em alvenaria seriam os de numeração mais baixa (até 50), enquanto os em concreto armado partiriam do número 51. Esse aspecto, ou seja, o substrato, é importante na classificação dos danos pois será utilizada posteriormente para o mapeamento dos danos que, por sua vez, servirá para a elaboração do relatório de diagnóstico no qual se faz uma análise crítica e tecnicamente embasada de todas as manifestações patológicas, prevendo-se possíveis terapias e profilaxia para cada caso. Para efeitos de classificação, o código utilizado é simplesmente um alfanumérico contendo a letra D (de dano) seguida de um número, que corresponde ao sequencial de danos classificados.

As FCDs, por servirem de guia para os pesquisadores em campo, devem conter elementos que ajudem a melhor descrever o dano para que as transcrições para as fichas de identificação sejam o mais intuitivas e facilitadas quanto for possível. Então, optou-se por indicar os níveis de deterioração⁶ do substrato em decorrência dos danos, denominados por números romanos (I, II e III), os quais representam a depreciação em ordem crescente, sendo o nível I o de menor deterioração.

Com o intuito de determinar o nível, de maneira clara e objetiva, a FCD conta com uma breve descrição de cada nível, sendo que os níveis são específicos

⁶ O termo deterioração aqui utilizado segue a definição de ICOMOS (2010), donde se tira que é o “processo de provocar ou tornar pior ou menor em qualidade, valor, caracterização, etc; depreciação”

para aquele tipo de dano em questão. Salieta-se aqui, no entanto, que a escala dessas manifestações é particular a cada objeto de estudo, assim como ao momento de inspeção desse objeto. Dessa maneira, optou-se por manter a discretização dos níveis de danos na ficha D001 a título de exemplificação, mas ficando a cargo do profissional responsável pela vistoria a definição das escalas a serem usadas para o caso específico.

A representação gráfica do dano é aquela que será depois usada nas FIDs e que constará, posteriormente, no Mapa de Danos. Ela é basicamente o tipo de hachura que será usada nos desenhos técnicos. Assim, uma padronização nesse sentido é essencial para que o projeto final como um todo esteja compatibilizado e de acordo com o que foi observado em campo.

O exemplo visual do dano se trata simplesmente de uma foto que represente aquela manifestação no substrato em questão. Essa foto ajuda os pesquisadores em caso de dúvidas em campo.

A descrição do dano é um breve texto contendo algumas características, perceptíveis por meio de análise tátil-visual, concernentes àquele tipo de degradação.

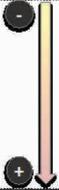
As causas prováveis estão diretamente associadas à terminologia do dano, sendo portanto essencial um olhar crítico para que o dano esteja de acordo com a sua manifestação em campo e, em caso de inadequação, o rastreamento da falha é importante. Exemplificando, na hipótese de encontrar-se um dano que tem como causa provável o ataque por cloretos em uma edificação em que esse tipo de ataque não é visível ou é pouco provável, deve-se buscar se o dano correspondente é mesmo aquele ou se há ocorrência deste ataque mesmo que improvável.

O agente de degradação⁷ refere-se a agente: físico, químico, biológico ou antrópico (pela ação do Homem), podendo ser mais de um agente para o mesmo dano.

Assim, as fichas abrangeram elementos importantes de caracterização dos danos, capazes de diferenciá-los entre si e de auxiliar os pesquisadores a identificá-los e mapeá-los. Essas fichas foram impressas em folhas tamanho A5, servindo como um glossário de bolso para as atividades de inspeção. A Figura 17 mostra um exemplo de FCD.

⁷ O termo agente de degradação corresponde à definição apontada na NBR 16747 (ASSOCIAÇÃO..., 2020a), sendo “tudo aquilo que, ao agir sobre um sistema, contribui para reduzir seu desempenho”.

Figura 17 – Exemplificação de ficha de classificação de danos

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
Terminologia do dano:	FISSURAÇÃO <i>crack</i> ¹ ; <i>fratturazione</i> ²	Código:	D001
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
<small>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei - lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	<p>I Fissuras superficiais ou subsuperficiais, com profundidade máxima igual à espessura do reboco.</p> <p>II Fissuras atingem a alvenaria, mas não atravessam por completo o material e/ou a junta entre blocos.</p> <p>III Fissuras atravessam os blocos cerâmicos e/ou suas juntas por completo, permitindo ver o outro lado.</p>		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ZIGZAG Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:	  		
Descrição:	Problema de continuidade no material, visível a olho nu, resultante de separação de uma parte em relação à outra [1][2][3].		
Causas prováveis:	Movimentação térmica, movimentação higroscópica, sobrecarga, recalque de fundação, alterações químicas dos materiais, vibrações causadas por movimentação sísmica, incêndio, congelamento [1][2][3].		

Fonte: Autora, 2020.

3.7 FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS (FID)

As fichas de identificação de danos foram impressas em folhas tamanho A3 e levadas para a inspeção *in loco*. Essas fichas nada mais são do que pranchas que contêm um trecho da edificação - em elevação - com seus danos representados em escala e devidamente classificados. Portanto, para a confecção dessas fichas, foi impreterivelmente necessária a conclusão das FCDs.

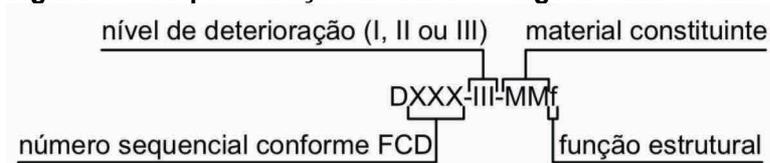
Então primeiramente, foram definidos os eixos principais da edificação (numéricos) que correspondem àqueles que definem as seções consideradas na representação do levantamento arquitetônico. Para o caso de um edifício de pequenas dimensões, não há necessidade de dividir o levantamento arquitetônico da planta, por exemplo, em diferentes pranchas. No entanto, no caso da UTFPR, por ser um complexo de edifícios que não é facilmente representado por inteiro em uma prancha única e, além disso, com uma escala condizente, o seccionamento por meio de eixos principais foi inevitável.

Posto isso, em vista das atividades a serem desenvolvidas em campo, decidiu-se por eleger eixos secundários (alfabéticos) de modo que as fachadas ficassem subdivididas em trechos menores (da ordem de 10 metros de comprimento), que fosse fáceis de identificar. Isso porque, assim como qualquer trabalho feito em campo, previu-se que o mapeamento dos danos das fachadas não seriam feitos em sua totalidade em um só dia, o que potencialmente geraria dúvidas na retomada e, por vezes, retrabalho. Com o intuito de evitar erros desse tipo, estes eixos secundários foram essenciais. Além disso, a representação dos trechos em folhas A3, na escala 1:50 (que possibilita uma boa representação e visualização dos danos), foi determinante para a definição do comprimento de cada parcela da fachada.

Depois de divididos computacionalmente todos os trechos em suas pranchas, foi o momento de imprimi-los e então levá-los a campo. Durante a inspeção, os pesquisadores envolvidos mapearam manualmente os danos identificados com a inspeção tátil-visual. Esse mapeamento consistiu, basicamente, na identificação dos danos com o auxílio das FCDs, no desenho manual dos danos encontrados e na medição desses danos.

Finalizadas as etapas de inspeção de campo, voltou-se ao computador onde foi feita a compatibilização do que se anotou manualmente e das fotos planejadas, para cada trecho, até completar todas as fachadas. Nessa etapa do mapeamento, as FIDs foram também alimentadas com a legenda de danos obedecendo ao proposto nas FCDs. Aqui observa-se que, além das hachuras no desenho, optou-se por representar também os códigos do dano acrescidos da identificação do nível de degradação e do substrato sobre o qual ocorre a manifestação patológica. Assim, o código final fica: letra D (de dano) seguida do número sequencial, nível de agressividade podendo ser I, II ou III, substrato representado por AC para alvenaria de tijolos cerâmicos e CA para concreto armado, função estrutural do substrato sendo “f” para fechamento e “e” para estrutural. A Figura 18 mostra uma representação visual da estrutura desses códigos.

Figura 18 – Representação visual do código do dano utilizado nas FIDs



Fonte: Autora, 2020.

Optou-se por incluir tanta significância nos códigos das FIDs porque, sendo essas fichas elementos visuais e que podem auxiliar em inspeções de rotina ou de manutenção futuras, apresentar além do dano e escala, o nível de degradação, confere maior precisão nos dados capazes de embasar uma tomada de decisão.

As FIDs foram base também para a plotagem das imagens termográficas. Assim, a comparação entre o mapeamento feito pelo método clássico e aquele obtido pela termografia, foi possível de ser realizada. Mais do que isso, a complementação do que foi observado em campo por inspeção tátil visual foi possível com as imagens da câmera termográfica, servindo de fundamentação para o diagnóstico e, também, como legado para futuras inspeções.

Concluídas todas as etapas, as FIDs fecharam com o seu propósito primordial e foram unidas em pranchas de desenho técnico maiores para, enfim, consolidar o Mapa de Danos.

3.8 FICHAS DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA

Fichas de inspeção termográfica foram desenvolvidas para registro das investigações realizadas *in loco*, de modo que fosse possível o rastreamento de todos os dados considerados em campo.

Para isso, apoiando-se no que recomendam as normas NBR 16818 (ASSOCIAÇÃO..., 2020), NBR 16292 (ASSOCIAÇÃO..., 2014) e NBR 16485 (ASSOCIAÇÃO..., 2016b), a autora organizou nesses documentos um resumos com os dados básicos de identificação da edificação e do trecho de inspeção, com as características da câmera termográfica utilizada e os resultados obtidos para temperatura aparente refletida e emissividade do material, conforme exemplificado na Figura 19, que mostra o registro da inspeção realizada no dia 6 de outubro de 2020. Todas as fichas, em tamanho A4, estão disponíveis no APÊNDICE C.

Figura 19 – Exemplificação da ficha de inspeção termográfica

FICHA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA		fl. 1/2
Obra:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - sede Centro	Ficha n.º: 002
Termografista:	Thaísa	Data de inspeção: 06/10/20
LOCALIZAÇÃO		
Cidade:	Curitiba - PR	
Endereço:	Av. Sete de Setembro, 3165	
Complemento:	Bloco W - fachada da Av. Silva Jardim	
Orientação solar:	face norte	
Trecho:	Entre eixos D e 2	
DADOS DA CÂMERA TERMOGRÁFICA (conforme ABNT NBR 16818:2020)		
Marca:	FLIR	Faixa de temperatura: -20°C até +120°C
Modelo:	EGD	Resolução IR: 320 x 240 pixels
Ano:	2012	Distância mínima: 40 cm
FOV:	25° x 19°	
IFOV:	1,36 mrad	
Faixa espectral:	7,5 - 13 µm	
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TRECHO EM INSPEÇÃO:		
DADOS DE INSPEÇÃO		
Data da última inspeção:	-	
Comprimento do trecho:	6,74	
Altura do trecho:	9,15	
Estação do ano:	primavera	
Observações adicionais:	período seco (baixa dos reservatórios), fumaça atmosférica advinda dos queimados do Pantanal	

FICHA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA		fl. 2/2		
MEDIÇÃO DE TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA (conforme ABNT NBR 16292:2014)				
Método:	Refletor			
Material usado como refletor infravermelho:	Papel alumínio previamente arrocado sobre papelão			
MEDIÇÃO DA EMISSIVIDADE ε (conforme ABNT NBR 16485:2016)				
Método:	de emissividade conhecida			
Material usado como referência de emissividade:	Fita isolante Scotch 33+ (classe A)			
Emissividade do material de referência:	0,96			
RESUMO				
Horário de medição	Material do substrato em análise	Distância câmera-paramento [m]	Temperatura aparente refletida adotada [°C]	Emissividade obtida [ε]
8:00 - 9:00	tijolo cerâmico	2,00	19,77	0,59
8:00 - 9:00	tijolo cerâmico	13,00	20,97	0,78
9:30 - 10:00	tijolo cerâmico	2,00	23,53	-
10:00 - 10:30	tijolo cerâmico	2,00	21,27	0,51
10:00 - 10:30	tijolo cerâmico	2,00	21,27	0,54
10:00 - 10:30	tijolo cerâmico	13,00	25,70	0,55
11:00 - 12:00	tijolo cerâmico	2,00	26,63	0,58
11:00 - 12:00	tijolo cerâmico	13,00	25,70	0,55
14:30 - 15:30	tijolo cerâmico	2,00	32,10	0,48
14:30 - 15:30	tijolo cerâmico	13,00	30,53	0,55
16:00 - 16:30	tijolo cerâmico	2,00	27,40	0,57
16:00 - 16:30	tijolo cerâmico	13,00	28,40	0,58
17:00 - 17:30	tijolo cerâmico	2,00	23,97	0,80
17:00 - 17:30	tijolo cerâmico	13,00	26,77	0,81

Fonte: Autora, 2020.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antecedendo os resultados obtidos e discussões por eles suscitadas, algumas considerações são apresentadas a seguir.

Problemática comum às edificações históricas, a dificuldade e/ou impossibilidade de acesso aos projetos originais e ao registro completo de intervenções posteriores, não impediu a interpretação dos objetos de estudo enquanto testemunhos materiais de uma época, com cicatrizes advindas do uso e intempéries.

Assim, ainda que o confronto do levantamento do edifício em seu estado atual com o projeto original não tenha sido possível, uma comparação com os desenhos obtidos foi feita. Ademais, sabendo-se a época de concepção da estrutura, é possível fazer uma comparação do que se esperaria em termos de normas técnicas auditadas na mesma época da construção, além de uma analogia com casos semelhantes, donde faz-se induzir o entendimento da técnica destes em questão.

Além deste, outro fato a ser considerado, é que a construção ocorreu na década de 1930, ou seja, antes da fundação da ABNT, que se deu em 1940. Nessa época, a normalização das construções, em especial as de concreto armado, ainda eram ínfimas no país - apesar de já existirem algumas associações dedicadas a esses estudos -, ficando a cargo de Decretos e Instruções Públicas a responsabilização sobre as obras desse sistema moderno de construção (SANTOS, 2008). Assim, supõe-se que as edificações aqui investigadas seguiram esses Decretos ou então seguiram normalizações estrangeiras que existiam nessa época, a exemplo das normas alemãs (DIN). Esse reconhecimento é importante para que não seja usado de anacronismos quando da inspeção, análise e interpretação dos resultados, compreendendo-se as limitações da construção em concordância com o período em que foi construída.

Sobre os materiais à época da concepção estrutural, de acordo com Parsekian *et al.* (2014), não há registros oficiais da atuação de olarias mecanizadas de grande porte no Brasil (nos moldes como são conhecidos hoje), destinadas à alta produção até 1967, o que leva à hipótese de que os blocos cerâmicos utilizados eram fabricados artesanalmente ou então importados, portanto, de propriedades diferentes dos atuais. Dito isso, seguem as análises nos próximos itens.

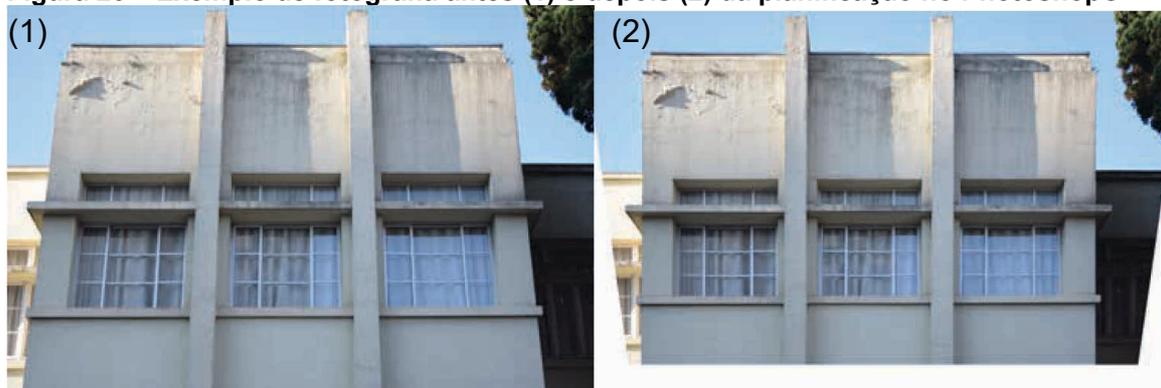
4.1 INSPEÇÃO TÁTIL-VISUAL E FOTOGRÁFICA

Uma inspeção tátil visual preliminar foi realizada nos meses de junho e julho do ano de 2020, quando foram capturadas fotografias do trecho em análise para posterior tratamento e mapeamento dos danos. Nesse mesmo período, também foram conferidos os levantamentos arquitetônicos, além de observações preliminares das manifestações patológicas com testes de percussão e mapeamento manual empregando o papel manteiga como meio de transcrição dos danos, com o intuito de melhor compreender as limitações da prática manual e promover uma aproximação efetiva com a edificação de estudo.

Posteriormente, visto que ainda faltavam registros fotográficos com aproximações por trechos da edificação, no dia 1 de agosto, houve mais uma sessão de fotos.

Feito isso, iniciaram-se os trabalhos em escritório, primeiro com a seleção das fotos mais adequadas (escolhidas a critério da autora) e planificação destas. Essa segunda etapa foi realizada no programa Adobe Photoshop® 2020, por meio do comando distorção de perspectiva, fazendo com que a perspectiva da foto fosse reduzida ao máximo. Dessa maneira, possibilita-se a transcrição dos danos visualizados nas fotografias para o desenho de elevação da fachada com fidelidade aos tamanhos e formatos encontrados em campo. A Figura 20 mostra um exemplo de fotografia modificada com esse artifício.

Figura 20 – Exemplo de fotografia antes (1) e depois (2) da planificação no Photoshop®



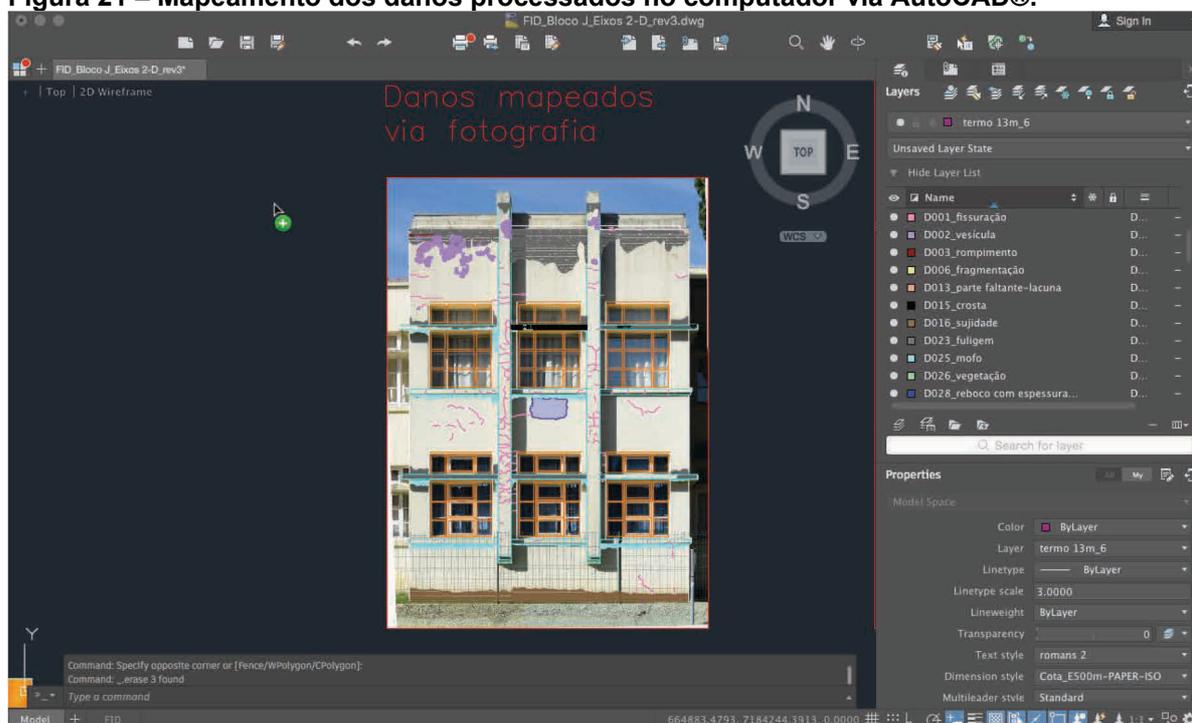
Fonte: Autora, 2020

Cita-se aqui que, geralmente, em projetos de restauro, a inspeção tátil-visual é realizada com o auxílio de outros equipamentos - como andaimes e drones – e de uma equipe, fato dificultado pela pandemia da COVID-19. Apesar disso, a título de

pesquisa, as fotografias realizadas com um tripé simples e por no máximo duas pessoas, foram satisfatórias.

Depois das correções de perspectiva, com as FCDs em mãos, foram feitas as transcrições dos danos, em escala, para o desenho. Essa etapa foi realizada no programa de desenho técnico, AutoCAD®. Todos os danos identificados foram delineados e classificados, de acordo com as fichas, com a terminologia, substrato e nível de deterioração. A Figura 21 mostra esse trabalho em andamento a partir da imagem da tela do computador no programa AutoCAD®. A Figura 49, no APÊNDICE B, mostra a ficha de identificação de danos com o mapeamento completo desse trecho, feito exclusivamente com os dados da inspeção sensorial e fotográfica.

Figura 21 – Mapeamento dos danos processados no computador via AutoCAD®.



Fonte: Autora, 2020

4.2 INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA

Com o intuito de ser empregada como ferramenta para mapeamento de danos, a inspeção termográfica foi realizada seguindo alguns passos e critérios que são transcritos nos itens 4.2.1 a 4.2.4.

No total, foram mais de 540 capturas, distribuídas nos dias 23 e 25 de julho; 1 de agosto; 6 e 10 de outubro de 2020. A Figura 22 mostra um resumo dos levantamentos termográficos para cada dia.

Figura 22 – Resumo dos levantamentos termográficos

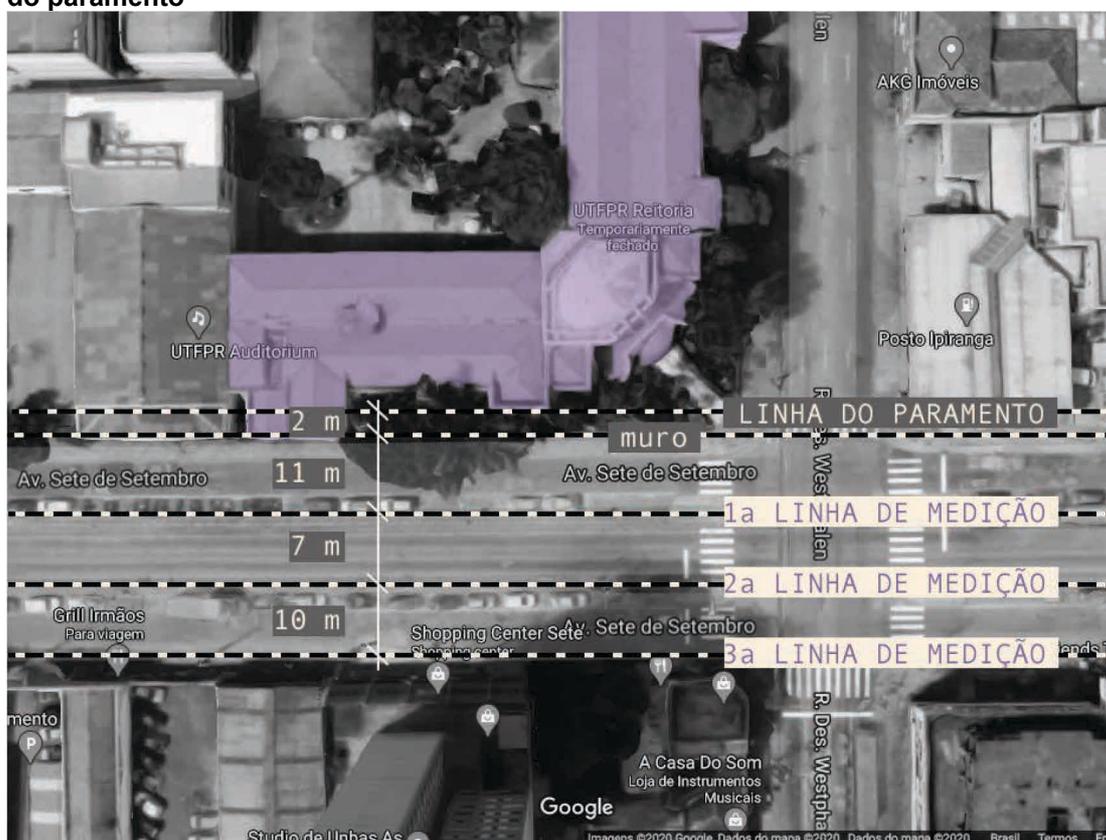
RESUMO DOS LEVANTAMENTOS TERMOGRÁFICOS							
Dia	Estação do ano	Condições climáticas	Período de levantamento		Afastamento do paramento		
			Manhã	Tarde	13 m	20 m	30 m
23/07/20	inverno	sol, tempo aberto		14:30 - 16:30	•		
25/07/20	inverno	sol, tempo aberto	8h - 9h		•		
01/08/20	inverno	sol, tempo aberto	8h30 - 9h		•	•	•
06/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)	8h - 9h		•	•	•
06/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)	9h30 - 10h30		•	•	•
06/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)	11h - 11h30		•	•	•
06/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)		14h30 - 15h30	•	•	•
06/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)		16h - 16h30	•	•	•
06/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)		17h - 17h30	•	•	•
10/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)	8h - 9h		•	•	•
10/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)	9h30 - 10h30		•	•	•
10/10/20	primavera	sol, tempo aberto, período seco (baixa dos reservatórios)	11h - 12h		•	•	•

Fonte: Autora, 2021

4.2.1 Afastamentos de Captura

As imagens termográficas foram capturadas a partir de três níveis diferentes de afastamento entre a câmera e o paramento: 13 m, 20 m e 30 m. Esses distanciamentos foram definidos pela autora com base nas condições encontradas no local, sendo que, em cada ponto de captura, situa-se o alinhamento da calçada em frente à edificação de estudo, conforme ilustra a Figura 23.

Figura 23 – Afastamentos adotados para captura de imagens termográficas: 13, 20 e 30 metros do paramento



Fonte: Autora, 2020

Sobre esse item, as normas da ABNT e ASTM não especificam distanciamentos ideais para medição termográfica. Na bibliografia consultada, as distâncias adotadas pelos autores variaram entre 2 e 35 metros (CORTIZO, 2007; FÉ, 2017; SCAIONI, 2017; LUIB, 2019). A fabricante da câmera também não dá sugestão de distanciamentos ideais, ainda que faça indicação do afastamento mínimo (que para o caso da FLIR E60 é de 40 cm) e do IFOV (*instantaneous field of view*).

De acordo com o guia de uso da FLIR SYSTEMS (2006), a partir do IFOV, é possível calcular a distância máxima da câmera a um objeto de tamanho conhecido, de modo que o termograma seja corretamente gerado. Segundo esse documento, para chegar a esse resultado, divide-se 1000 por 3 vezes o valor de IFOV da câmera. Então, para o equipamento utilizado nesta pesquisa: $1000/(3 \times 3,6 \text{ mm/m}) = 92:1$, ou seja, para uma distância de 9,2 metros, o objeto em estudo deve ter, pelo menos, 0,1 metro. O guia ainda sugere que seja considerada uma folga que, para o cálculo acima, levaria a adotar entre 7 e 8 metros em detrimentos dos 9,2 metros resultantes.

Assim, para as distâncias adotadas nesta pesquisa (13 m, 20 m e 30 m), fazendo o cálculo reverso, entende-se que a câmera termográfica faz medições corretas para regiões no paramento de análise com tamanhos de pelo menos 14 cm, 21 cm e 32 cm, respectivamente. Isso quer dizer que, teoricamente, para danos menores que estas dimensões, podem haver erros nos valores de temperatura medidos.

4.2.2 Calibração da câmera

Conforme o que foi tratado no item 3.4.2, algumas medidas de calibração foram inseridas como dados de entrada no momento de realizar as termografias, como a distância entre a câmera e a fachada, e a umidade relativa do ar, de modo que o equipamento fizesse a compensação automática. Além desses, outros parâmetros foram tomados, como a determinação da temperatura aparente refletida e, por conseguinte, da emissividade do material da fachada da edificação. Considerando-se que a pesquisa aqui apresentada aplicou a termografia para uma

análise qualitativa dos resultados, a determinação destes parâmetros não é exigida por norma, nem sugerida pelo fabricante da câmera.

Entretanto, apesar de alguns trabalhos (LUIB, 2019; KORDATOS *et al.*, 2013) que seguem esse mesmo método de análise, não apresentarem calibrações *in loco*, a autora optou por executar esse procedimento em atenção à conclusão de Avdelidis e Moropoulou (2003) de que o papel da emissividade é substancial para uma análise completa de termografias em edificações, possibilitando falhas nas informações obtidas em caso de uso de valores randômicos, podendo ser, de acordo com Vavilov (1993), um dos principais causadores de ruído nas leituras termográficas.

As medições necessárias para essa calibragem, conforme descritas no item 3.4.2, foram feitas para cada intervalo de captura de imagens, ou seja, antes de iniciar os registros termográficos para um intervalo de tempo definido (ver Figura 22). Isso porque a bibliografia indica que essa propriedade pode mudar para temperaturas diferentes (ASSOCIAÇÃO..., 2016b; FLIR SYSTEMS, 2006; AVDELIDIS e MOROPOULOU, 2003).

O ângulo de visada utilizado para as aferições foi, quando possível de zero graus em relação à normal do paramento (ou seja, com a lente da câmera paralela à fachada) e, quando necessário, inclinado em menos de 45°, conforme sugere Muniz (2014) e ITC⁸ (2013 *apud* FÉ, 2017 p. 17).

A título de comparação, decidiu-se tomar as medições para calibração da temperatura aparente refletida e da emissividade, de dois distanciamentos distintos, 2 m (alinhamento do muro de divisa, por dentro do terreno) e 13 m do paramento. Para os distanciamentos de 20 e 30 metros, percebeu-se a dificuldade de focar os aparatos com papel alumínio e com fita isolante (de dimensões entre 10 e 25 cm) – fato condizente com o esperado da câmera para um IFOV de 1,36 mrad -, descartando-se essa opção. Os resultados são apresentados na Figura 24 e discutidos nos parágrafos a seguir.

Os valores de emissividade destacados em cinza nessa imagem, foram aqueles adotados para a captura das termografias no respectivo intervalo de tempo. Essa escolha, feita a critério da autora no momento das medições em campo, levou em consideração a qualidade das imagens observadas nas capturas. Vale ressaltar

⁸ ITC. **Termografia Nivel 1. Manual do curso**. Infrared T ed. Sao Paulo: [s.n.]

aqui que foi possível notar a variabilidade das aferições dependendo do ponto em foco, da presença de bolhas de ar entre a fita isolante e o paramento, da insolação direta (ou não) e das sombras causadas pela própria edificação ou por elementos circundantes.

Figura 24 – Resumo das medições de campo da temperatura aparente refletida e da emissividade

RESUMO DAS MEDIÇÕES DE CAMPO DA TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA E DA EMISSIVIDADE							
Bloco J - entre eixos 2 e D							
Dia	Horário	Distância câmara-paramento [m]	Temperatura aparente refletida (média) [°C]	Emissividade do material de referência	Emissividade		
					medido em campo	média/intervalo T	
23/07/20	14:30	2,00	18,33	0,96	0,58		
23/07/20	14:30	13,00	4,93	0,96	0,84	0,71	
25/07/20	8:00 - 9:00	2,00	9,47	1,00*	0,80		
25/07/20	8:00 - 9:00	13,00	10,63	1,00*	0,80		
25/07/20	8:00 - 9:00	13,00	10,63	1,00*	0,80	0,80	
01/08/20	8:30 - 9:00	-	-	-	-	0,80**	
06/10/20	8:00 - 9:00	2,00	19,77	0,96	0,59		
06/10/20	8:00 - 9:00	13,00	20,97	0,96	0,78	0,69	
06/10/20	9:30 - 10:00	2,00	23,53	0,96	-		
06/10/20	10:00 - 10:30	2,00	21,27	0,96	0,51		
06/10/20	10:00 - 10:30	13,00	25,70	0,96	0,55	0,53	
06/10/20	11:00 - 12:00	2,00	26,63	0,96	0,58		
06/10/20	11:00 - 12:00	13,00	25,70	0,96	0,55	0,57	
06/10/20	14:30 - 15:30	2,00	32,10	0,96	0,48		
06/10/20	14:30 - 15:30	13,00	30,53	0,96	0,55	0,52	
06/10/20	16:00 - 16:30	2,00	27,40	0,96	0,57		
06/10/20	16:00 - 16:30	13,00	28,40	0,96	0,58	0,58	
06/10/20	17:00 - 17:30	2,00	23,97	0,96	0,80		
06/10/20	17:00 - 17:30	13,00	26,77	0,96	0,81	0,81	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	5,47	0,96	0,75		
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	5,47	0,97	0,80		
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	5,47	0,98	0,81		
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	5,47	0,99	0,77		
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	7,30	0,96	0,81		
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	7,30	0,97	0,80		
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	7,30	0,98	-		
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	7,30	0,99	0,80	0,79	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	11,57	0,96	0,53		
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	11,57	0,97	0,51		
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	11,57	0,98	0,48		
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	11,57	0,99	-		
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	9,87	0,96	0,60		
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	9,87	0,97	0,71		
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	9,87	0,98	0,60		
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	9,87	0,99	0,70	0,59	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	13,90	0,96	0,45		
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	13,90	0,97	0,54		
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	13,90	0,98	0,49		
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	13,90	0,99	0,51		
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	15,33	0,96	0,52		
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	15,33	0,97	0,51		
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	15,33	0,98	0,52		
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	15,33	0,99	0,54	0,51	
					MÉDIA TOTAL	0,64	
					MEDIANA TOTAL	0,58	

*Erro de execução, consideração do valor 1,0 para emissividade conhecida da fita isolante ao invés de 0,96.

**Valor arbitrado com base na tabela da câmara, não foram feitas as medições em campo para o cálculo de temperatura aparente refletida e emissividade.

Fonte: Autora, 2020

Sobre a fixação da fita isolante no paramento, devido à textura da fachada que dificultou a completa adesão do material, adotou-se a rotina de, após posicionar as fitas coladas em faixas na região escolhida do paramento, passar um pequeno rolo de espuma consolidando essa fixação, resultando no apresentado na Figura 15.

Na Figura 24 é possível observar que com o decorrer dos experimentos em campo, ainda que a propriedade do material em questão não fosse o objetivo primário da pesquisa, a autora decidiu explorar algumas variáveis para tentar entender melhor os resultados e o desvio destes em relação aos valores tabelados por outros pesquisadores - entre 0,81 e 0,94 - para os tijolos cerâmicos (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2003, 2004; CORTIZO, 2007; FLIR SYSTEMS, 2011; FÉ, 2017; VALERO *et al.*, 2019; LUIB, 2019).

Assim, a primeira variável a ser explorada foi a relativa aos horários de medição, sendo que no dia 6 de outubro foram feitas aferições ao longo do dia inteiro com incidência de sol (entre 8h e 17h30min), para uma mesma condição climática, afastamentos e emissividade do material de referência.

Sobre esse tema, existe alguma diversidade na indicação, por parte de pesquisadores, de horários ótimos de inspeção. Isso porque, assim como mostra o trabalho de Fé (2017), a qualidade da visibilidade das manifestações patológicas com a câmera termográfica depende da orientação da fachada, do ângulo de incidência do sol, intensidade de radiação, reflexos e o que o autor denomina por Delta-T (intervalo com o maior diferencial de temperatura). Contrariamente ao que se pode supor, Fé (2017) ainda afirma que o ápice do Delta-T não necessariamente ocorre durante o pico da radiação solar, já que depende do fluxo da radiação pelo substrato. Também deve ser dada atenção em caso de análise da fachada por dentro da edificação (lado reverso), pois o horário ótimo de visualização dos danos com a câmera termográfica acontece no começo do aquecimento e do arrefecimento para a avaliação direta (lado exposto aos raios solares) e no final do aquecimento para a avaliação reversa (FÉ, 2017).

Dito isso, nota-se que o valor de emissividade obtido no intervalo de aquecimento da estrutura (entre 8h e 9h) e de início de arrefecimento (entre 17h e 17h30min) foi, na média de todos os dias, diferente daqueles obtidos nos outros intervalos e mais próximo do valor tabelado na bibliografia, em torno de 0,80 (ver Figura 62 no APÊNDICE D).

A segunda variável a ser especulada foi a emissividade do material de referência, que foi majoritariamente adotada, de acordo com FLIR SYSTEMS (2015), com o valor de 0,96. No entanto, Avdelidis e Moropoulou (2003) indicam, para a mesma fita isolante, o valor de 0,95, visto que a emissividade deste material depende também da temperatura. Assim, esse pode ser um ponto de incerteza na medição, acarretando em falhas na obtenção desta propriedade do material da fachada. Posto isso, no dia 10 de outubro, as aferições foram tomadas na parte da manhã com alteração, em cada intervalo de tempo, das emissividades do material de referência variando entre 0,96 e 0,99. Observou-se que, neste caso, os resultados médios foram muito próximos entre si, indicando que as oscilações observadas nos valores finais, não necessariamente são decorrentes dessa variável. A Figura 63 (no APÊNDICE D) ilustra esses resultados mais detalhadamente.

Concluindo-se a questão da emissividade, portanto, foi possível observar variações de até 44% abaixo do valor de emissividade esperado para a fachada em análise. Mesmo considerando a média total, essa diferença é de 20%. Isso quer dizer que, se esses valores estiverem corretos, para as condições de campo desta pesquisa, esse material tem menor capacidade de emitir a radiação infravermelha incidente em comparação a estruturas em tijolos cerâmicos padrão. Seguem-se algumas hipóteses que podem ser levantadas sobre as discrepâncias encontradas.

Sabendo-se que fatores como tipo de material, textura e cor da superfície, ângulo de observação (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2003; FÉ, 2017; VALERO *et al.*, 2019), comprimento de onda e temperatura superficial do material (FLIR SYSTEMS, 2011; ASSOCIAÇÃO..., 2016b; SAKAMOTO; FIORITI, 2017) influenciam na obtenção da emissividade, é possível que, na investigação para este trabalho, um ou mais desses fatores tenham levado a estes resultados.

Uma das hipóteses para os resultados de emissividade obtidos serem diferentes daqueles esperados para material do substrato em estudo, é a falta de manutenção periódica (calibragem) da câmera termográfica, que pode acarretar em leituras de temperatura díspares da realidade. De acordo com o manual do usuário da FLIR E60 (FLIR SYSTEMS, 2011), a calibragem deve ser feita uma vez ao ano. Esse fato é tratado como premissa na NBR 16292 (ABNT, 2014), para compensação da temperatura aparente refletida da câmera termográfica. No entanto, a autora foi informada de que a câmera termográfica usada nesta pesquisa não foi calibrada desde a sua aquisição, aproximadamente no ano de 2012.

Outra hipótese é a dificuldade de medição, já citada anteriormente, no momento de medir as temperaturas no papel alumínio ou na fita isolante, por exemplo. Percebeu-se que essas temperaturas mudavam consideravelmente de um ponto a outro ou uma área a outra, alterando significativamente no resultado final e podendo incorrer em um erro sistemático de leitura.

Além destas, pode ser que um dos fatores de erro tenha sido o não cumprimento do que sugere a norma 16485 (ASSOCIAÇÃO..., 2016b), de que a superfície do objeto esteja a uma temperatura no mínimo 10 °C maior ou menor que a temperatura ambiente, visto que não houve medição em que essa situação foi garantida. Ainda de acordo com essa norma, a exatidão da medida de emissividade aumenta com a diferença de temperatura (ASSOCIAÇÃO..., 2016b).

Entende-se que, os prováveis erros nas emissividades resultantes do material da fachada, podem ter influenciado nos valores de temperatura obtidos e, em algum nível, na visibilidade dos danos. No entanto, em termos de análise qualitativa das perturbações termográficas, em que a avaliação concentra-se nos padrões de temperatura, esses erros não invalidaram as leituras realizadas.

4.2.3 Termografias e o Pós-processamento

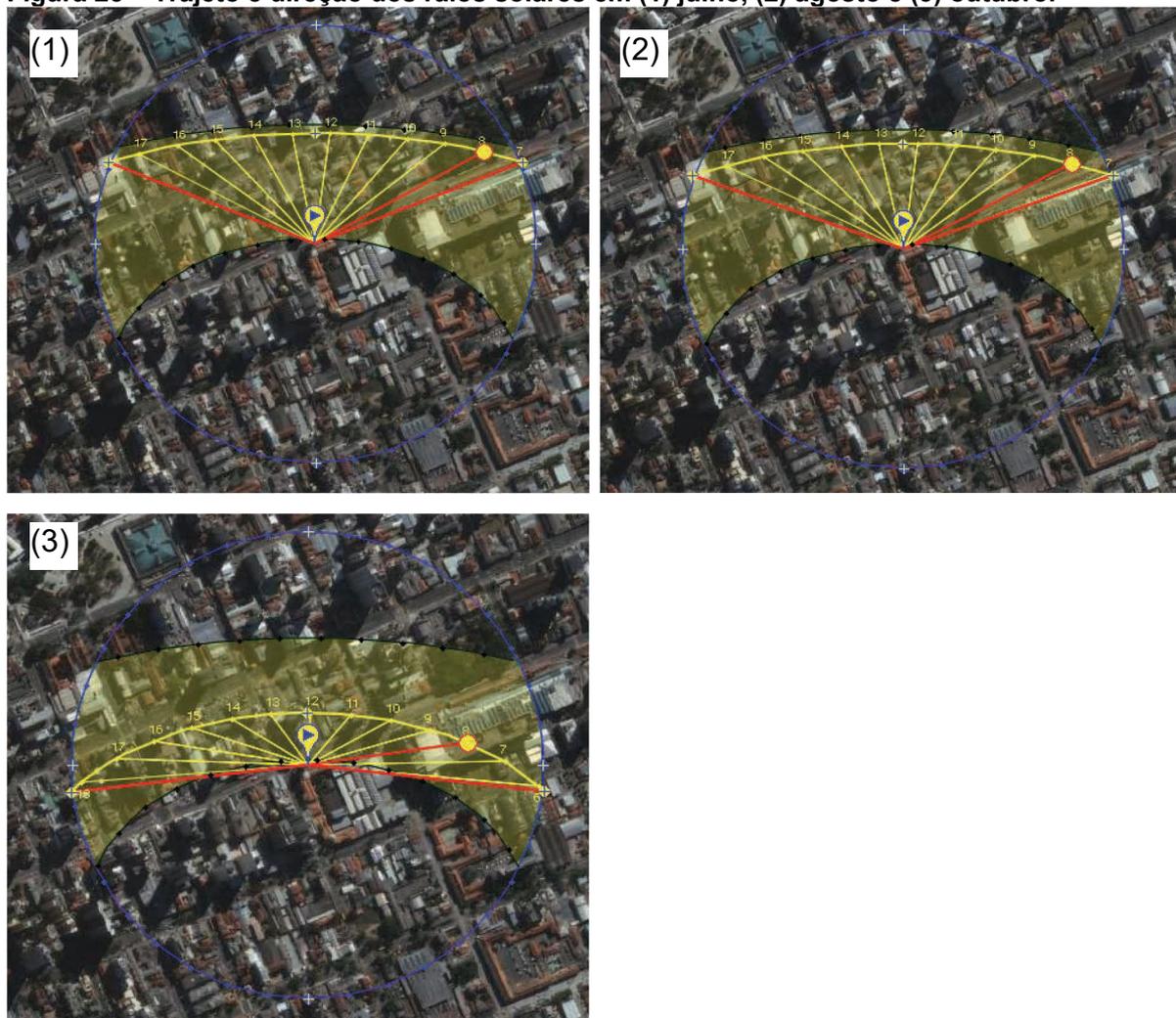
Seguindo o que foi apresentado nos itens anteriores e na Figura 22, os termogramas foram capturados em cinco dias e em horários diferentes. Antes de cada sequência de capturas termográficas, foi tirada uma fotografia da fachada que representasse a insolação no momento em questão. Essa iniciativa possibilitou a comparação visual dos registros, facilitando a interpretação dos resultados.

Todos os termogramas foram analisados em uma fase de pós-processamento, isto é dizer que, as imagens termográficas foram submetidas a uma edição de imagem, em um primeiro momento, com o aplicativo FLIR Tools© da fabricante da câmera termográfica, FLIR Systems, Inc., versão 1.8.16(102). Em um segundo momento, houveram outras edições que serão abordadas no item 4.2.4.

Durante essa etapa de pós-processamento, observaram-se as tendências de visibilidade das manifestações patológicas, bem como de possíveis interpretações errôneas dos termogramas, fatos que são discutidos nos parágrafos a seguir.

Por terem sido tiradas em diversos períodos, as termografias exibiram, para um dado momento em dias diferentes, padrões de temperatura distintos entre si. Isso porque houve variação de posição do sol em relação ao paramento, influenciando da distribuição de temperatura de cada imagem. A Figura 25 mostra o trajeto e a direção dos raios solares ao longo do dia para cada mês de medição.

Figura 25 – Trajeto e direção dos raios solares em (1) julho, (2) agosto e (3) outubro.

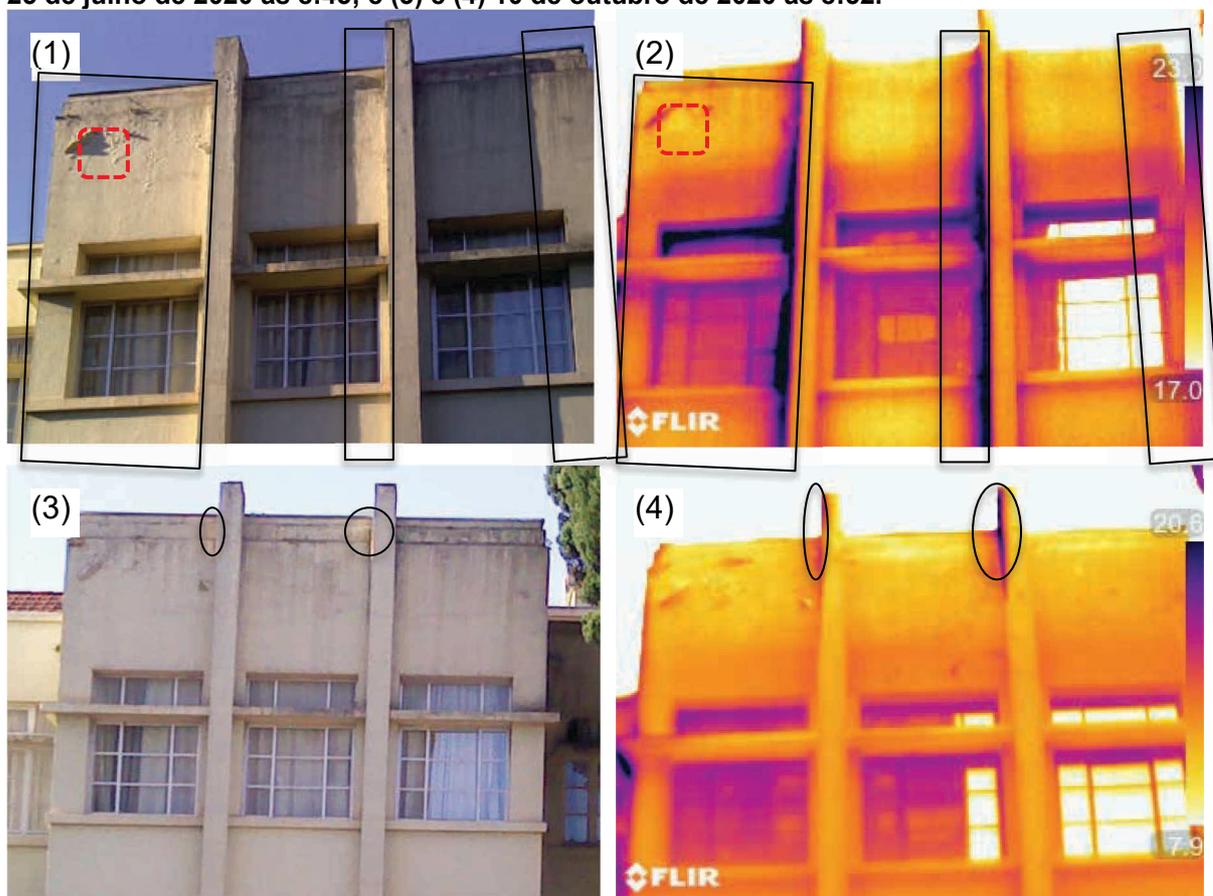


Fonte: <https://www.sunearthtools.com>, 2021.

Nota-se que entre o mês de julho e o mês de outubro, há uma alteração considerável no ângulo de incidência dos raios solares em relação ao edifício, fato que influencia nas imagens termográficas, seja pelo tempo de insolação diferenciado para um dado horário, seja pelos reflexos e sombras projetadas na superfície de análise. A Figura 48 ilustra esse comparativo usando fotografia e imagem

termográfica do dia 25 de julho, às 8:45 da manhã (1) e (2) e do dia 10 de outubro, às 8:52 da manhã (3) e (4).

Figura 26 – Comparação da incidência solar em fotografia e termografia entre os dias: (1) e (2) 25 de julho de 2020 às 8:45; e (3) e (4) 10 de outubro de 2020 às 8:52.



Fonte: Autora, 2021.

Percebe-se como no dia 25 de julho, nesse horário, já havia luz solar incidindo diretamente em um trecho da fachada (representado por retângulos na imagem), enquanto no dia 10 de outubro, a fachada estava praticamente inteira na sombra, com uma pequena região visível com luz direta (representado por formas circulares na imagem).

Sobre essas interferências, é possível afirmar que a análise das termografias deve ser feita com atenção às sombras decorrentes da projeção de objetos, árvores, edificações ou excertos da própria edificação em estudo, no paramento, visto que esses sombreamentos acarretam em alteração da temperatura e podem ser interpretados erroneamente como uma manifestação patológica inexistente. Exemplo disso é a sombra presente logo abaixo do descolamento da

camada pictórica na Figura 48 (1) e (2), destacada pelo retângulo em linha pontilhada vermelha. No termograma, nota-se uma parte mais fria nessa região, que levaria à suposição de existência de umidade.

A respeito das temperaturas e respectivos indícios de danos, foi possível notar alguns padrões similares àqueles registrados por outros pesquisadores. Vale ressaltar que esses padrões alteram dependendo do momento de captura das imagens e, portanto, do fluxo de calor na superfície em análise. Isso quer dizer que, durante o período de aquecimento há um tipo de comportamento, enquanto que no período de arrefecimento esse comportamento muda e, normalmente, é inverso (CORTIZO, 2007). Essa inversão também acontece em função do local de inspeção, sendo que em regiões com incidência direta do sol, o comportamento é diferente daquelas com incidência indireta como, por exemplo, a face interna da fachada (CORTIZO, 2007). Nesta pesquisa, o padrão visualizado foi o de aquecimento da estrutura, na região com incidência direta, visto que os termogramas foram tirados da parte externa da fachada, entre o nascer e o pôr do sol. O arrefecimento acontece no início da noite, durante ou logo após o pôr do sol.

Dito isso, algumas manifestações patológicas observadas nas fotografias foram identificadas nas termografias por meio das alterações de temperatura visíveis. As vesículas, caracterizadas por estufamentos superficiais, em formato de bolhas preenchidas com ar (CNR-ICR, 1990; ENTE..., 2006; ICOMOS, 2010) ficaram aparentes nos termogramas como pontos quentes em comparação com a região circundante, como mostram os trechos destacados com retângulos (a) na Figura 27. Esse fenômeno acontece porque o ar de preenchimento de vazios ou delaminações possui baixa condutividade térmica e a capacidade de armazenar calor na camada superficial do dano (VAVILOV *et al.*, 1993; KORDATOS *et al.*, 2013; SCAIONI *et al.*, 2017).

As fissuras também apresentaram-se como pontos aquecidos nos termogramas, conforme indicado na Figura 27 pelos círculos (b). Normalmente as fissuras são caracterizadas por alterações bruscas no padrão de temperatura (BINDA *et al.*, 2011), visto que a transmissão de calor por condução não é possível em caso de descontinuidade do material (MARTÍNEZ *et al.*, 2012). No caso aqui explorado, entende-se que as fissuras identificadas nos termogramas provavelmente também apresentam desagregação ou espaços vazios preenchidos com ar, comportando-se da mesma maneira que as vesículas.

Figura 27 – Danos observados na termografia: (a) vesículas; (b) fissuras; (c) intervenção; (d) provável deslocamento.



Fonte: Autora, 2021.

A região em que os tijolos são visíveis na termografia com temperatura maior, indicado na Figura 27 pelo retângulo pontilhado (c), delinea uma intervenção feita pontualmente nessa área, com substituição de material antigo por novo. Possivelmente, de acordo com um funcionário da universidade, quando houve a troca das esquadrias do segundo pavimento, na década de 1990, também houve a remoção de um ar condicionado daquele trecho e recomposição com material diferente do original, sendo perfeitamente visível pela câmera termográfica. Pela fotografia, esse trecho é reconhecível por apresentar uma espessura diferencial do reboco, que trouxe indícios de que alguma intervenção aconteceu na região, porém a confirmação da substituição do material do substrato só foi possível com a imagem termográfica. Segundo Luib (2019), a diferença de material implica também em diferença no comportamento térmico. Assim, entende-se que alterações como

absorção, calor específico, emissividade, entre outros, podem ser as causas dessa diferenciação.

Tratando-se de edificação histórica, as intervenções, quando necessárias, devem ser feitas com atenção à compatibilidade com o material antigo e impacto no fluxo de umidade para que essa intervenção não seja, no futuro, a causa de outras manifestações patológicas irreversíveis ao substrato original (AVDELIDIS; MOROPULOU, 2004). Considerando-se que, neste caso em estudo, não ocorrem outras perturbações visíveis ao redor do trecho em questão, como por exemplo acúmulo de umidade, entende-se que houve compatibilidade entre o material antigo e o de consolidação.

Ressalta-se, portanto, a importância da cronologia das obras realizadas no patrimônio edificado, que auxiliam na compreensão dos sinais encontrados, na montagem do cenário geral e na avaliação do diagnóstico.

Além dos supracitados, outros indícios de danos como os mostrados na Figura 27 por círculos pontilhados (d) são visíveis nas fotografias apenas como fuligem. Supõe-se que esses pontos podem apresentar bolsas de ar ou deslocamentos, que talvez sejam reconhecíveis por inspeção sensorial. Isso teria que ser pesquisado mais profundamente, com o auxílio de ferramentas de investigação e de acesso (martelo de borracha e andaime).

Alguns pontos foram identificados como áreas frias, no entanto a alteração de temperatura é sutil, podendo ser decorrente de alteração na textura superficial, exigindo maiores investigações. Nesse caso, essas regiões poderiam indicar presença de umidade, visto que a energia requerida para aumentar a temperatura em um trecho com água seria muito maior do que aquela na região seca (AVDELIDIS; MOROPOULOU, 2004).

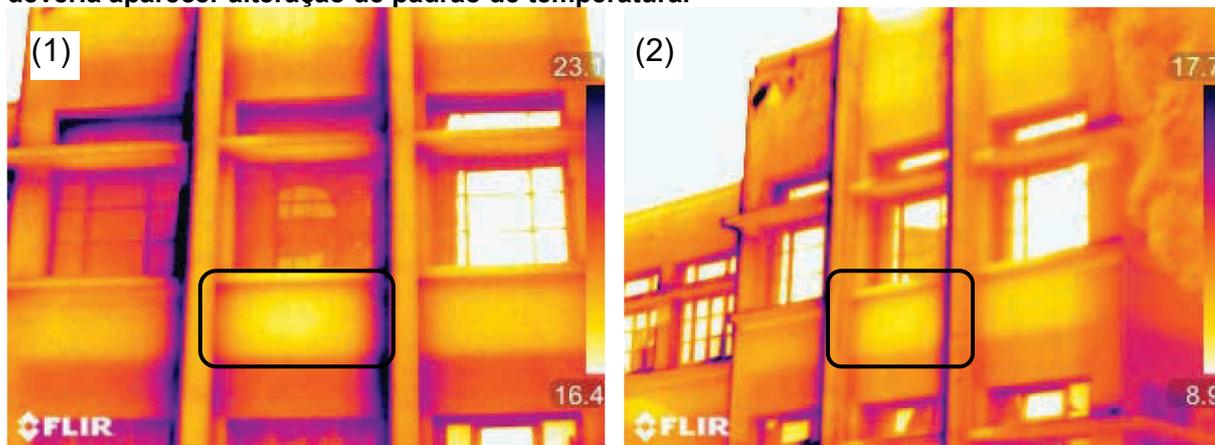
Outro ponto a ser considerado nas termografias é a diferença de materiais na mesma edificação, por exemplo, as marquises de concreto, os rufos e calhas metálicas. Eles podem aparecer na imagem termográfica excessivamente quentes ou frios devido a suas propriedades termográficas distintas, acarretando em erros de interpretação dos danos. Nesse quesito, pode-se citar também o trecho inferior da edificação, que sofreu a interferência do gradil metálico situado no alinhamento do muro de divisa do terreno com a calçada, dificultando a interpretação das imagens nessa região.

Durante o processamento das imagens no programa FLIR Tools®, observou-se que a visibilidade das manifestações patológicas é suscetível a alterações nessas edições. Ao modificar a paleta de cores ou a escala de temperatura, por exemplo, a intensidade visual dos danos alterou consideravelmente, exigindo um olhar acurado do termografista ou do encarregado por essa atividade.

Relativamente ao resultados de termografia obtidos com os três distanciamentos, 13 m, 20 m e 30 m, foi possível observar que, basicamente todos os danos visíveis em um distanciamento, aparecem nos outros com algumas poucas diferenças. No entanto, notou-se que a qualidade de imagem decresce de 13 para 30 metros. A explicação está nas diferentes radiações a que a câmera está sujeita: do objeto, do meio adjacente e da atmosfera (FLIR SYSTEMS, 2010), entendendo-se que, quanto mais afastado do objeto de análise, maiores as interferências entre o paramento e a câmera. Adiciona-se a isso, o fato das câmeras termográficas não possuírem a opção de *zoom*, sendo que é possível mover a lente, mas apenas com o intuito de ajustar o foco

Outra questão a ser mencionada sobre as interpretações a partir das imagens termográficas, é a visualização da possível influência da emissividade no padrão de temperatura. No dia 25 de julho, foram tomadas termografias, na parte da manhã, que tiveram um erro de execução na etapa de calibragem da câmera (conforme indica nota de rodapé da Figura 24), que consistiu na determinação da emissividade da fita isolante como sendo igual a 1. Isso fez com que a emissividade obtida do material fosse igual a 0,80, que foi o valor usado em todos os termogramas desse dia. Esses termogramas, no entanto, não mostraram algumas manifestações patológicas que já foram observadas no dia 23, por exemplo, como o delineamento dos blocos cerâmicos existentes na parte central do edifício entre as janelas do primeiro e segundo pavimentos. Esse mesmo fenômeno aconteceu com as capturas do dia 1 de agosto, que foram feitas com o valor de emissividade tabelado (também igual a 0,80), ao invés de medido e compensado *in loco*. Isso leva a crer que o valor de emissividade, para aqueles momentos e temperaturas, não era o correto e pode ter influenciando na visibilidade do dano (ver os destaques na Figura 28).

Figura 28 Termografias dos dias (1) 25 de julho e (2) 1 de agosto. Trechos destacados onde deveria aparecer alteração de padrão de temperatura.



Fonte: Autora, 2021.

4.2.4 Mapeamento de Danos com a Termografia

Tratadas todas as imagens termográficas, houve uma seleção primária e secundária, a critério da autora, das termografias com melhor visibilidade elegíveis a servirem de base para o mapeamento de danos. Com o intuito de comparar as ferramentas e de construir o método proposto nessa pesquisa, decidiu-se por, analogamente ao que foi feito com as fotografias, transcrever os danos observados nas termografias para a fachada em estudo. Assim, novamente com o auxílio do Adobe Photoshop® 2020, por meio do comando distorção de perspectiva, realizou-se a planificação das imagens termográficas para transposição dos danos.

Essa etapa foi feita com atenção à seguintes variáveis: distância, data de inspeção e período de inspeção. Isso porque essas propriedades podem ter influência direta na interpretação das manifestações patológicas com a câmera termográfica (como já tratado no item anterior). As FIDs elaboradas para cada uma das distâncias estão no APÊNDICE B (Figura 50, Figura 51 e Figura 52). Observe-se que os padrões encontrados nos três afastamentos são similares.

Os termogramas expõem os padrões de temperatura, com áreas de perturbação onde, supostamente, há um dano. No entanto, a classificação destes danos, tendo em vista a baixa resolução da câmera termográfica, foi feita, em um primeiro momento, de forma diferente da classificação realizada com as imagens fotográficas. Ao invés de identificá-los com a terminologia de cada tipo de degradação, indicou-se apenas o período de observação (manhã ou tarde) e a faixa de temperatura (quente ou frio). Para tanto, seguiu-se uma lógica em que,

analisando-se as regiões onde a temperatura seria homogênea, foi possível notar pontos onde essa homogeneidade era rompida, ora com temperaturas mais altas (considerados pontos quentes), ora com temperaturas mais baixas (pontos frios) do que aquela esperada.

Em um segundo momento, os danos identificados por meio dos termogramas foram comparados àqueles classificados anteriormente via imagens fotográficas e, por conseguinte, empregados como complemento para a montagem da ficha de identificação de danos completa, conforme ilustra a Figura 53, no APÊNDICE B.

Cita-se aqui que essa transcrição dos danos feita conforme descrito acima é uma maneira simplificada e aproximada, com o intuito de utilizar os resultados da termografia para complementar aqueles obtidos com a inspeção sensorial. Segundo a pesquisa de Vavilov *et al.* (1993), a tendência é de superestimar o tamanho dos danos, sendo registrados, para esse método de transposição, erros superiores a 90%. Vale lembrar que a evolução na qualidade das câmeras termográficas têm influência na interpretação desses dados. Para resultados em que há necessidade de precisão, no caso de trechos totalmente inacessíveis por outros meios, por exemplo, alguns estudos indicam métodos de transferência dos danos por meio da contagem de pixels (VAVILOV *et al.*, 1993; KORDATOS *et al.*, 2013).

O método aqui proposto, portanto, fez uso da termografia como elemento complementar, por meio da qual foi possível visualizar intervenções e prováveis danos irreconhecíveis apenas por inspeção sensorial, no entanto, apoiando-se nesta para interpretação correta dos dados. Dito isso, ressalta-se que nesta pesquisa a investigação se concentrou na parte externa da fachada, no entanto, entende-se que a avaliação termográfica executada também na parte interna, onde a insolação é indireta, poderia ser significativa para auxiliar no diagnóstico, tanto da fachada quanto dos aposentos internos.

4.3 DISCUSSÕES FINAIS

Por meio deste trabalho foi possível observar, de início, que quando se trata de edifícios históricos, as incertezas sobre suas origens e sobre todas as fases de sua história são latentes. O patrimônio cultural edificado nem sempre possui o registro completo de sua existência e, parte do trabalho de descoberta desses

registros, está na investigação de campo, onde a observação das marcas deixadas no edifício contam a sua história. Por isso, protocolos de como realizar essas inspeções e, principalmente, de como documentá-las o mais fielmente possível são difíceis de serem elaborados, porém necessários. Atualmente, esses caminhos são definidos por quem irá executá-los, e são minimamente guiados pelas leis e normas da região. Os mapas de danos são, então, mais ou menos detalhados a depender do profissional, das exigências impostas pelos órgãos competentes e da obra em foco. Nesse contexto, o método aqui proposto teve o intuito de servir como base para futuros métodos e pesquisas sobre o tema da conservação e preservação do patrimônio, sempre aberto a adaptações para outras obras, novas normas e futuras tecnologias.

A respeito das normas relativas ao tema do patrimônio, não foi evidenciado um repositório capaz de suprir a necessidade do profissional que lida com esse assunto, especialmente aqui no Brasil, onde não há uma normalização diretamente voltada para o tema. Assim, as decisões sobre quais normas seguir ficam, a exemplo dos protocolos acima citados, novamente à mercê das escolhas do profissional responsável. Por conseguinte, esse profissional fica dependente de normas estrangeiras ou então de poucas referências encontradas em formas dispersas, distribuídas em diversas regulamentações que, minimamente, possuam ligação com a matéria. Percebeu-se que a União Europeia, por meio de sua normalização EN, está melhor preparada para tratar desse tópico visto que sua regulamentação é bem específica e organizada para esse fim. No entanto, o acesso a essas normas, em especial para uso em pesquisa científica, muitas vezes é financeiramente oneroso. Seria portanto interessante ter, aqui no Brasil, uma normalização própria, bem organizada e adaptada para as condições regionais.

Entrando em um aparente paradoxo, as tecnologias modernas são fortes aliadas das pesquisas e intervenções em edificações antigas, proporcionando a estas uma maior sobrevida. Os métodos não destrutivos de investigação são um exemplo, que vêm ganhando cada vez mais visibilidade e têm essencial importância nesses casos em vista das perdas sofridas em procedimentos realizados com instrumentos destrutivos. Esta pesquisa focou na termografia infravermelha como ferramenta auxiliar no método em curso. No entanto, entende-se que o uso em conjunto de diversos equipamentos, tanto na fase de mapeamento de danos quanto de ensaios, se mostra mais eficaz quando da compatibilização dos dados.

A valorização de pesquisas anteriores sobre o tema, de experiências de profissionais da área e de recomendações e normas que concernem esse assunto é de primordial importância, fazendo com que o trabalho aqui desenvolvido faça uso dessas referências de modo a dar continuidade nessas produções e intencionando instigar a continuidade deste. Assim acredita-se contribuir em prol da uniformização de uma metodologia de mapeamento de danos, que ainda tem muito a ser complementada.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo propor um método para mapeamento de danos com base nas práticas e normas vigentes e com o uso da termografia infravermelha, aplicado ao caso da fachada externa de um dos blocos históricos da sede centro da UTFPR, datado da década de 1930.

O método proposto neste trabalho consistiu em estudo filológico, inspeção tátil-visual, fotográfica e termográfica, pós-processamento das imagens com o auxílio das fichas e mapeamento completo dos danos. Esse procedimento foi executado no objeto de estudo, resultando no mapa de danos completo desse trecho da fachada, que pode ser usado como meio de monitoramento das manifestações patológicas identificadas.

A aplicação do ensaio termográfico na edificação, juntamente com outras técnicas de inspeção, foi realizada a três afastamentos distintos do paramento (13, 20 e 30 metros) e em dias e horários diferentes. Nessas condições, foi possível verificar que os afastamentos tiveram pouca influência no resultado final e que a posição do sol deve ser considerada na interpretação dos termogramas, em conjunto com fotografias e em consonância com os padrões de temperatura esperados. Além disso, por meio de uma exploração com alteração de variáveis como afastamento, período de aferição e propriedades do material de referência, para obtenção dos valores de emissividade do objeto de estudo, notou-se que, apesar das discrepâncias no valor resultante, a análise qualitativa dos termogramas foi satisfatoriamente cumprida, sendo possível identificar alguns possíveis danos e uma intervenção, irreconhecíveis na inspeção tátil-visual e fotográfica.

Concluiu-se que a termografia é uma ferramenta que auxilia no mapeamento de danos, no entanto, de acordo com o que foi observado ao longo do desenvolvimento deste trabalho, foi possível notar que não é adequado o emprego único e exclusivo desse equipamento. Percebeu-se a necessidade da inspeção tátil-visual e de capturas fotográficas como base para o mapeamento dos danos, usando como suporte a termografia. Na qualidade de complementação, a ferramenta se mostrou eficaz.

A partir desta pesquisa, desenvolveu-se uma base de dados da edificação em estudo, contendo um histórico e levantamentos completos (realizados pela equipe de projetos da UTFPR com auxílio da autora) e o mapa de danos completo

da fachada externa do bloco J entre os eixos 2 e D. Além disso, foram organizadas em pranchas todas as fichas de identificação de danos das fachadas externas dos blocos J, K e N, para uso no projeto de restauro dos blocos históricos. Estes documentos serão, em sua integridade, disponibilizados para a Universidade e em rede para serem acessados em futuras intervenções nessas edificações ou para consulta.

Adicionalmente, foi desenvolvida uma base documental para mapeamento de danos de edifício histórico com as fichas de identificação de danos (FIDs), fichas de classificação de danos (FCDs) e fichas termográficas, a ser disponibilizada em rede com o intuito de continuidade de pesquisas sobre o tema e de servir de base para futuros restauros.

Sugere-se a continuidade deste trabalho de diversas maneiras:

- Validando-se essa pesquisa ao aplicar a metodologia proposta em outro patrimônio edificado;
- Elaborando-se um glossário mais completo, para diferentes materiais (em especial o concreto armado) e/ou em diferentes línguas;
- Fazendo-se guias ou manuais para outros trechos de uma edificação histórica, como por exemplo as áreas internas da edificação, as coberturas, as esquadrias, entre outros;
- Atualizando-se as normas e leis ao longo do tempo ou de acordo com aquelas vigentes e outros países e/ou regiões;
- Agregando a metodologia proposta ao sistema BIM para edificações históricas;
- Aplicando-se um estudo semelhante para avaliação e definição de prioridade de intervenção;
- Desenvolvendo-se fichas descritivas que combinem as referências bibliográficas e normas de inspeção predial.

REFERÊNCIAS

ADAMOPOULOS, E.; RINAUDO, F. 3D interpretation and fusion of multidisciplinary data for heritage science: A review. *In: CIPA International Symposium - Documenting the Past for a Better Future*, 27., 2019, Ávila. **Anais** [...]. Ávila, Spain: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. 42, p.17–24, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-17-2019>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ALBERTI, Leon Battista. **Da arte edificatória**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011. ISBN 978-972-31-1374-7.

ALEXAKIS, E.; DELEGOU, E. T.; LAMPROPOULOS, K. C.; et al. NDT as a monitoring tool of the works progress and the assessment of materials and rehabilitation interventions at the Holy Aedicule of the Holy Sepulchre. **Construction and Building Materials**, v. 189, p. 512–526, 2018. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.007>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ALI-BENYAHIA, K.; SBARTAÏ, Z. M.; BREYSSE, D.; KENAI, S.; GHRICI, M. Analysis of the single and combined non-destructive test approaches for on-site concrete strength assessment: General statements based on a real case-study. **Case Studies in Construction Materials**, v. 6, p. 109–119, 2017. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2017.01.004>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 15424**: Ensaios não destrutivos — Termografia — Terminologia. Rio de Janeiro, 2016a.

_____. **NBR 15718**: Ensaios não destrutivos — Termografia — Guia para verificação de termovisores. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 16280**: Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 16292**: Ensaios não destrutivos — Termografia — Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 16485**: Ensaios não destrutivos — Termografia — Medição compensação da emissividade utilizando câmeras termográficas ou radiômetros. Rio de Janeiro, 2016b.

_____. **NBR 16554**: Ensaios não destrutivos — Termografia — Medição e compensação da transmitância de um meio atenuante utilizando câmeras termográficas. Rio de Janeiro, 2016c.

_____. **NBR 16747**: Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, 2020a.

_____. **NBR 16818**: Ensaios não destrutivos – Termografia infravermelha — Procedimento para aplicações do método da termografia infravermelha . Rio de Janeiro, 2020b.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **NF EN 15898**: Conservation des biens culturels - Principaux termes généraux et définitions correspondantes. France, 2011.

_____. **NF EN 16096**: Conservation des biens culturels - Évaluation et rapport sur l'état du patrimoine culturel bâti. France, 2012.

_____. **NF EN 16242**: Conservation des biens culturels - Modes opératoires et instruments de mesure de l'humidité de l'air et des échanges d'humidité entre l'air et les biens culturels. France, 2013.

_____. **NF EN 16572**: Conservation du patrimoine culturel - Glossaire des termes techniques relatifs aux mortiers de maçonnerie et aux enduits utilisés dans le domaine du patrimoine culturel. France, 2015.

_____. **NF EN 16682**: Conservation du patrimoine culturel - Méthodes de mesurage de la teneur en humidité, ou teneur en eau, de matériaux un patrimoine culturel immatériel. France, 2017a.

_____. **NF EN 16853**: Conservation du patrimoine culturel - Processus de conservation - Prise de décisions, programmation et mise en œuvre. France, 2017b.

ASTM INTERNATIONAL. **C1060 - 11a (Reapproved 2015)** : Standard practice for thermographic inspection of insulation installations in envelope cavities of frame buildings. United States, 2011a.

_____. **C1153 – 10 (Reapproved 2015)**: Standard practice for location of wet insulation in roofing systems using infrared imaging. United States, 2010.

_____. **D4788 – 03 (Reapproved 2013)**: Standard test method for detecting delaminations in bridge decks using infrared thermography. United States, 2003.

_____. **E1316 – 20**: Standard terminology for nondestructive examinations. United States, 2020.

_____. **E1862 – 14 (Reapproved 2018)**: Standard practice for measuring and compensating for reflected temperature using infrared imaging radiometers. United States, 2014a.

_____. **E1897 – 14 (Reapproved 2018)**: Standard practice for measuring and compensating for emissivity using infrared imaging radiometers. United States, 2014b.

_____. **E1933 – 14 (Reapproved 2018)**: Standard practice for measuring and compensating for transmittance of an attenuating medium using infrared imaging radiometers. United States, 2014c.

_____. **E2270 - 14**: Standard practice for periodic inspection of building facades for unsafe conditions. United States, 2014d.

_____. **E2758 – 15a**: Standard guide for selection and use of wideband, low temperature infrared thermometers. United States, 2015.

_____. **E2841 - 11**: Standard guide for conducting inspections of building facades for unsafe conditions. United States, 2011b.

_____. **E2847 - 14**: Standard test method for calibration and accuracy verification of wideband infrared thermometers. United States, 2014e.

AVDELIDIS, N. P.; MOROPOULOU, A. Applications of infrared thermography for the investigation of historic structures. **Journal of Cultural Heritage**, v. 5, n. 1, p. 119–127, 2004. Greece: Elsevier Masson SAS. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.culher.2003.07.002>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

_____. Emissivity considerations in building thermography. **Energy and Buildings**, v. 35, n. 7, p. 663–667, 2003. Elsevier Ltd. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00210-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00210-4)>. Acesso em: 5 jun. 2020.

BAPTISTA, M. L. V. Documenting a Complex Modern Heritage Building Using Multi Image Close Range Photogrammetry and 3D Laser Scanned Point Clouds. *In*: International CIPA Symposium, 24., 2013, Strasbourg. **Anais [...]**. Strasbourg, France: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2013. v. XL, p. 675–678. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-5-W2-675-2013>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

BARAZZETTI, L.; PREVITALI, M.; SCAIONI, M. Procedures for Condition Mapping Using 360° Images. **International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 34, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijgi9010034>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

BOITO, Camillo. **Os Restauradores: conferência feita na exposição de Turim em 7 de junho de 1884**. Apresentação de Beatriz Mugayar Kühl. 3ed. Cotia-SP: Ateliê Editorial, 2008. ISBN 8574801127.

BRANDI, C. **Teoria da restauração**. 3. ed. Cotia: Ateliê, 2004. 261 p. ISBN 8574802255.

BRASIL. Decreto Legislativo n. 74, de 30 de junho de 1977. Aprova o texto da Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 8329, 4 jul. 1977. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1970-1979/decretolegislativo-74-30-junho-1977-364249-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 5 jun. 2020.

BRASIL. Decreto-Lei n. 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 24056, 6 dez. 1937. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-25-30-novembro-1937-351814-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em 5 jun. 2020.

BRASIL. Portaria n. 420, de 22 de dezembro de 2010. Dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 9, 24 dez. 2010. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/23998698/pg-9-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-24-12-2010?ref=goto>>. Acesso em 5 jun. 2020.

BREYSSE, D. Nondestructive evaluation of concrete strength: An historical review and a new perspective by combining NDT methods. **Construction and Building Materials**, v. 33, p. 139–163, 2012. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.103>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

CASTAGNETTI, C.; DUBBINI, M.; RICCI, P. C.; et al. Critical issues and key points from the survey to the creation of the historical building information model: the case of Santo Stefano Basilica. *In: Geomatics & Restoration - Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era*, 2017, Florence. **Anais** [...]. Florence, Italy: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. v. XLII, p.22–24, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-467-2017>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

CASTRO, Elizabeth Amorim de. **A arquitetura das escolas públicas do Paraná (1853-1955)**. Curitiba, PR: Edição do autor, 2018. 1. ed., 320 p.: il. ISBN 978-85-918867-2-2.

CNR-ICR. **NORMAL – 1/88**: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei - lessico. Roma, 1990.

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: < <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/SBPS-7BDMGJ>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CURITIBA. **Decreto nº 543, de 11 de junho de 2014**. Dispõe sobre a regulamentação dos bens imóveis do patrimônio cultural do município de Curitiba e dá outras providências. Curitiba: Prefeito Municipal, 2014. Disponível em: <<https://mid.curitiba.pr.gov.br/2014/00149753.pdf>>. Acesso em 5 jun. 2020.

CURITIBA. Lei nº 1.4794, de 29 de março de 2016. Dispõe sobre a proteção do Patrimônio Cultural do Município de Curitiba, cria o Conselho Municipal do Patrimônio Cultural de Curitiba – CMPC, institui o Fundo de Proteção ao Patrimônio

Cultural – FUNPAC e dá outras providências. **Diário Oficial Eletrônico**. n. 58, p. 14, 29 mar. 2016. Disponível em: < <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2018/00227517.pdf>>. Acesso em 5 jun. 2020.

CUSTANCE-BAKER, Alice; MACDONALD, Susan. **Conserving Concrete Heritage Experts Meeting**. In: The Getty Center, Los Angeles, California. June 11-19, 2014. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2014.

ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. **UNI 11182**: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni. Milano, 2006.

ESCRITÓRIO INTERNACIONAL DOS MUSEUS SOCIEDADE DAS NAÇÕES, 1931. **Carta de Atenas**, Atenas, 1931. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201931.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2019.

FÉ, Elir Pavón de La. **Critérios e padrões de comportamento para avaliação de descolamentos cerâmicos com termografia de infravermelho**. 2017. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Faculdade da Tecnologia – Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/teses/D17-6A-Elir-Fé.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

FERREIRA, T. M.; VICENTE, R.; SILVA, J. A. R. M. DA. Estratégias e processos de inspeção para avaliação e diagnóstico do patrimônio edificado. **Conservar Patrimônio**, v. 18, p. 21–33, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.14568/cp2013007>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

FIORENTINO, S.; GRILLINI, G. C.; VANDINI, M. The National Monument to Francesco Baracca in Lugo di Romagna (Ravenna Italy): Materials, techniques and conservation aspects. **Case Studies in Construction Materials**, v. 3, p. 19–32, 2015. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2015.05.003>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

FLIR SYSTEMS. **Manual do utilizador: FLIR Exx series**. [s.l.]: FLIR Systems, Inc., 2011. n. T559663, rev. a572, 152 p.

_____. **Thermography product catalog 2012**. [s.l.]: FLIR Systems, Inc., 2012. n. T559480, 5.454 p.

_____. [s. l.], 2015. **Use materiais de baixo custo para aumentar a emissividade do alvo**. Disponível em: <<https://www.flir.com.br/discover/rd-science/use-low-cost-materials-to-increase-target-emissivity/>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

_____. **User's manual: ThermaCAM™ E320**. [s.l.]: FLIR Systems, Inc., 2006. n. 1558407, rev. a155, 170 p.

GOMIDE, José Hailon; SILVA, Patricia Reis da; BRAGA, Sylvia Maria Nelo. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005.

HAUTEQUESTT FILHO, Genildo Coelho; ACHIAMÉ, Giovana Gonçalves. **Diretrizes para representação gráfica de mapa de danos**. In: Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios, 6., 2018, Rio de Janeiro. 4-6 abril, 2018. POLI/UFRJ – Cidade Universitária. Disponível em: <<http://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80626.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2020.

ICOMOS. **ICOMOS Charter - Principles for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage**. ICOMOS General Assembly, 14., Victoria Falls, Zimbabwe, 2003. Disponível em: <https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/structures_e.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

_____. **Illustrated glossary on stone deterioration patterns**. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9.

_____. **International charter for the conservation and restoration of monuments and sites (The Venice Charter 1964)**. International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, 2., Veneza, 1964. Disponível em: <https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TR 19263-1: Photography -- Archiving systems-- Part 1: Best practices for digital image capture of cultural heritage material**. Switzerland, 2017.

IPHAN. [s. l.], 2020. **Mapa do Patrimônio Cultural no Brasil: Bem material: Bem imóvel**. Disponível em: <<https://sicg.iphan.gov.br/sicg/pesquisarBem>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ISCARSAH; ICOMOS. **Recommendations for the analysis, conservation and structural restoration of architectural heritage**. [s.l.], 2003. Disponível em: <https://ancientgeorgia.files.wordpress.com/2012/04/recommendations_icomos-principles-and-guidelines.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

ITÁLIA. Ministério de Instrução Pública. **Carta do Restauo, de 6 de abril de 1972**. Circular n. 117. Itália: Ministério de Instrução Pública, 1972. 18 p. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20do%20Restauo%201972.pdf>>. Acesso em 5 jun. 2020.

KORDATOS, E. Z.; EXARCHOS, D. A.; STAVRAKOS, C.; et al. Infrared inspection of murals and characterization of degradation in historic monuments. **Construction and Building Materials**, v. 48, p. 1261-1265, 2013. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.06.062> >. Acesso em: 16 jan. 2021.

LAMPROPOULOS, K. C.; MOROPOULOU, A.; KORRES, M. Ground penetrating radar prospection of the construction phases of the Holy Aedicula of the Holy Sepulchre in correlation with architectural analysis. **Construction and Building Materials**, v. 155, p. 307–322, 2017. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.044>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

LEITE, José Carlos Corrêa (org.). **UTFPR: uma história de 100 anos**. 1. ed. ed. Curitiba: Ed. UTFPR, 2010. 170 p. : il. ISBN 978-95-7014-062-3.

LUIB, A. Infrared thermal imaging as a non-destructive investigation method for building archaeological purposes. *In: CIPA International Symposium Documenting the past for a better future*, 27, 2019, Ávila. **Anais [...]**. Ávila, Spain: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. v. XLII-2/W15, p.695-702, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-695-2019>>. Acesso em: 15 jan 2021.

MARCOS, I.; SAN-JOSÉ, J.-T.; GARMENDIA, L.; SANTAMARÍA, A.; MANSO, J. M. Central lessons from the historical analysis of 24 reinforced-concrete structures in northern Spain. **Journal of Cultural Heritage**, v. 20, p. 649–659, 2016. Spain: Elsevier Masson SAS. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2016.03.003>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MASCIOTTA, M.-G.; RAMOS, L. F.; LOURENÇO, P. B. The importance of structural monitoring as a diagnosis and control tool in the restoration process of heritage structures: A case study in Portugal. **Journal of Cultural Heritage**, v. 27, p. 36–47, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.04.003>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MASCIOTTA, M.-G.; ROQUE, J. C. A.; RAMOS, L. F.; LOURENÇO, P. B. A multidisciplinary approach to assess the health state of heritage structures: The case study of the Church of Monastery of Jerónimos in Lisbon. **Construction and Building Materials**, v. 116, n. 18, p. 169–187, 2016. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.146>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MOROPOULOU, A.; AVDELIDIS, N. P.; KAROGLU, M.; DELEGOU, E. T.; ALEXAKIS, E.; KERAMIDAS, V. Multispectral applications of infrared thermography in the diagnosis and protection of built cultural heritage. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 8, n. 284, 2018. Greece: MDPI AG. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/app8020284>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MOROPOULOU, A.; LABROPOULOS, K. C.; DELEGOU, E. T.; KAROGLU, M.; BAKOLAS, A. Non-destructive techniques as a tool for the protection of built cultural heritage. **Construction and Building Materials**, v. 48, p. 1222–1239, 2013. National Technical University of Athens, School of Chemical Engineering, Zografou Campus, 9 Iroon Polytechniou Street, Athens GR15780, Greece. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.03.044>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MUNIZ, Pablo Rodrigues. **Influência dos instrumentos, do ângulo de visada e do campo de visão do termovisor na execução da termografia por infravermelhos aplicada à manutenção elétrica**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <http://www.pei.ufba.br/sites/pei.ufba.br/files/pablo_rodrigues_muniz.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MURPHY, M.; CAHILL, J.; ELIASHVILI, K.; CHENAU, A.; PYBUS, C.; SHAW, R.; DEVLIN, G.; DEEVY, A.; TRUONG-HONG, L. Developing historic building information modelling guidelines and procedures for architectural heritage in Ireland. *In: International CIPA Symposium*, 26, 2017, Ottawa. **Anais** [...]. Ottawa, Canada: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2017. v. XLII, p.539–546. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W5-539-2017>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

NEN. **NEN 2767**: Conditimeting van bouw- en installatiedelen – Deel 1: Methodiek (Condition assessment of buiding and installation components – Part 1: Methodology). Delft, 2006.

_____. **NEN 2767**: Conditimeting van bouw- en installatiedelen – Deel 2: Gebrekenlijsten (Condition assessment of buiding and installation components – Part 2: List of faults). Delft, 2008.

_____. **NEN 2767**: Conditimeting van bouw- en installatiedelen – Deel 3: Conditieaggregatie (Condition assessment of buiding and installation components – Part 3: Aggregation of condition scores). Delft, 2009.

PARANÁ. Lei nº 1.211, de 16 de setembro de 1953. Dispõe sobre o patrimônio histórico, artístico e natural do Estado do Paraná. **Diário Oficial**. n. 157, 18 set. 1953. Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=14834&codTipoAto=&tipoVisualizacao=original>>. Acesso em 5 jun. 2020.

PARSEKIAN, Guilherme A.; HAMID, Ahmad A.; DRYSDALE, Robert G. **Comportamento e dimensionamento de alvenaria estrutural**. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. ISBN 978-85-7600-326-7.

[Projeto para a ampliação da escola técnica de Curitiba]. Curitiba: Arquivo UTFPR, [194-]. 2 fotografias.

ROCHA, E. A.; MACEDO, J. V. S.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. C. B. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE. **Revista Alconpat**, v. 8, n. vol. 8, n. 1, p. 51–63, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.198>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

RODRIGUES, J. D. Defining , mapping and assessing deterioration patterns in stone conservation projects. **Journal of Cultural Heritage**, v. 16, n. 3, p. 267–275, 2015. [s. l.]: Elsevier Masson SAS. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2014.06.007>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

RUSKIN, J. **A lâmpadada memória**. Cotia: Ateliê Editorial, 2008. ISBN 9788574804064.

SAKAMOTO, Camila Akemi; FIORITI, Cesar Fabiano. Estudo de parâmetros relevantes na obtenção de termogramas para diagnóstico de problemas patológicos.

Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 13, n. 22, p. 44-56, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/44793>>. Acesso em 25 jul. 2020.

SANTOS, Roberto Eustaáquio dos. **A armação do concreto no Brasil: história da difusão do sistema construtivo concreto armado e da construção de sua hegemonia**. 2008. Tese (Doutorado em História da Educação) – Faculdade da Educação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC-84KQ4X/1/2000000140.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SCAIONI, M.; ROSINA, E.; L'ERARIO, A.; DÌAZ-VILARIÑO, L. Integration of infrared thermography & photogrammetric surveying of built landscape. In: *Geomatics & Restoration - Conservation of Cultural Heritage in the Digital Era*, 2017, Florence. **Anais** [...]. Florence, Italy: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. v. XLII-5/W1, p.153-160, 2017. Disponível em: <[10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-153-2017](https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-W1-153-2017)>. Acesso em: 15 jan 2021.

SORACE, S.; TERENCE, G. **Analysis and seismic isolation of an older reinforced concrete vaulted building**. *Contemporary Engineering Sciences*, v. 9, n. 25, p. 1201–1215, 2016. Polytechnic Department of Engineering and Architecture, Italy: Hikari Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12988/ces.2016.66110>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

STRAUB, A. Dutch standard for condition assessment of buildings. **Structural Survey**, v. 27, n. 1, p. 23–35, 2009. [s. l.]: Emerald Insight. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/02630800910941665>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Mapa de danos - recomendações básicas**. Olinda, 2009. (Texto para discussão, v. 43. Série 2: Gestão de restauro).

TIRELLO, R. A.; CORREA, R. H. Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. In: *Colóquio Latinoamericano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial*, 6., 2012, São Paulo. **Anais** [...], 2012. São Paulo, Brazil. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VI_coloquio_t1_sistema_normativo_mapa.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.

UNESCO. **Convenção para a proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural**. Conferência geral da Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura, Paris, 17-21 out. 1972. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

_____. [s. l.], 2020a. **Heritage List: New inscribed properties: Cultural properties. 1978 – 2019**. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/newproperties/>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

_____. [s. l.], 2020b. **World Heritage**. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/about/>>. Acesso em: 5 jun. 2020.

_____. [s. l.], 2020c. **World Heritage**. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/criteria/>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

VALENÇA, J. M. de A.; ALMEIDA, C. A. F. P. de; BOTAS, J. L. M.; JÚLIO, E. N. B. S. Patch Restoration Method: A new concept for concrete heritage. **Construction and Building Materials**, v. 101, p. 643–651, 2015. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.10.055>>. Acesso em 5 jun. 2020.

VALERO, Letzai Ruiz; SASSO, Virginia Flores; VICIOSO, Esteban Prieto. In situ assessment of superficial moisture condition in façades of historic building using non-destructive techniques. **Case Studies in Construction Materials**, v. 10, e00228, 2019. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00228>>. Acesso em: 16 jan. 2021.

VALLUZZI, M. R.; GRINZATO, E.; PELLEGRINO, C.; MODENA, C. IR thermography for interface analysis of FRP laminates externally bonded to RC beams. **Materials and Structures/Materiaux et Constructions**, v. 42, n. 1, p. 25–34, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1617/s11527-008-9364-z>>. Acesso em 5 jun. 2020.

VASANELLI, E.; COLANGIULI, D.; CALIA, A.; SBARTAÏ, Z. M.; BREYSSE, D. Combining non-invasive techniques for reliable prediction of soft stone strength in historic masonries. **Construction and Building Materials**, v. 146, p. 744–754, 2017. [s. l.]: Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.146>>. Acesso em 5 jun. 2020.

VAVILOV, V.; MALDAGUE, X.; DUFORT, B.; ROBITAILLE, F.; PICARD, J. Thermal nondestructive testing of carbon epoxy composites: detailed analysis and data processing. **NDT & E International**, v. 26, n. 2, 1993. Elsevier Ltd. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0963-8695\(93\)90258-V](https://doi.org/10.1016/0963-8695(93)90258-V)>. Acesso em: 16 jan. 2021.

VIOLLET-LE-DUC, Eugène Emmanuel. **Restauração**. Cotia: Ateliê Editorial, 2005. v. 1. ISBN 8574800279.

WEIL, Gary J. Infrared thermographic techniques. *In*: MALHOTRA, V. M.; CARINO, N. J. **Handbook on nondestructive testing of concrete**. United States of America: CRC Press LLC, 1991. chap. 13, p. 305-316. ISBN 0-8493-2984-1.

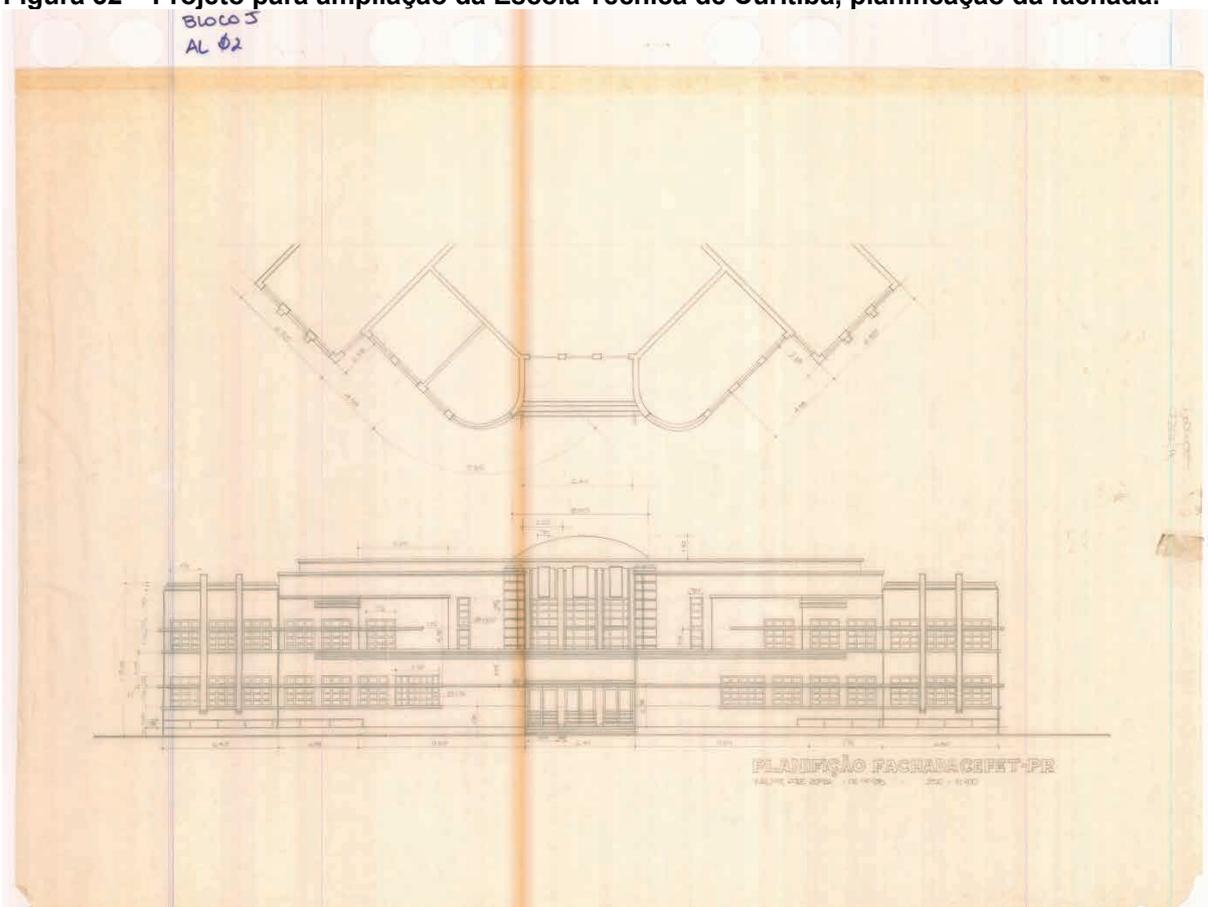
WIJESURIYA, Gamini; THOMPSON, Jane; YOUNG, Christopher. **Gestão do Patrimônio Mundial cultural**. Brasília: UNESCO Brasil; IPHAN, 2016. 163 p., il: - (Manual de referência do patrimônio mundial). ISBN 978-85-7652-207-2.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. trad. Cristhian Matheus Herrera, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-232-4.

ZHANG, YUANIY; ZHANG, YING; SHEN, Z.; NISHINO, T.; CHEN, X. 3D Laser Scanning Technology-based Historic Building Mapping for Historic Preservation: A case study of Shang Shu Di in Fujian Province, China. **Spatial Planning and Sustainable Development**, v. 3, n. 2, p. 53–67, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14246/irspsd.3.2_53>. Acesso em 5 jun. 2020.

**ANEXO A – RELAÇÃO DAS PEÇAS GRÁFICAS ANTIGAS DA UTFPR
CURITIBA**

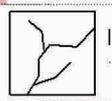
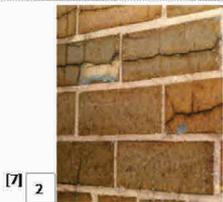
Figura 32 – Projeto para ampliação da Escola Técnica de Curitiba, planificação da fachada.



Fonte: Arquivo UTFPR, [1946].

APÊNDICE A – RELAÇÃO DAS FICHAS DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS (FCD)

Figura 33 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D001 e D002.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	FISSURAÇÃO <i>crack</i> ¹ ; <i>fratturazione</i> ²	Código:	D001
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
			
<p>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9.</p> <p>²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</p>			
Nível de deterioração:	<p>I Fissuras superficiais ou subsuperficiais, com profundidade máxima igual à espessura do reboco.</p> <p>II Fissuras atingem a alvenaria, mas não atravessam por completo o material e/ou a junta entre blocos.</p> <p>III Fissuras atravessam os blocos cerâmicos e/ou suas juntas por completo, permitindo ver o outro lado.</p>		
Representação gráfica:	 <p>Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: comando "line" Angulação: -</p>	<p>Agente(s) possível(eis) de degradação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais:	  		
Descrição:	Problema de continuidade no material, visível a olho nu, resultante de separação de uma parte em relação à outra [1][2][3].		
Causas prováveis:	Movimentação térmica, movimentação higroscópica, sobrecarga, recalque de fundação, alterações químicas dos materiais, vibrações causadas por movimentação sísmica, incêndio, congelamento [1][2][3].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	VESÍCULAS <i>blistering</i> ¹ ; <i>rigonfiamento</i> ²	Código:	D002
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
			
<p>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9.</p> <p>²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</p>			
Nível de deterioração:	<p>I bolhas pequenas, espalhadas e ainda íntegras</p> <p>II bolhas grandes íntegras</p> <p>III bolhas grandes ou pequenas rompidas</p>		
Representação gráfica:	 <p>Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ANSI31 Angulação: 315°</p>	<p>Agente(s) possível(eis) de degradação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais:	  		
Descrição:	Formação de estufamento superficial e localizado, em formato de bolha preenchida com ar, separando uma camada da outra (substrato x argamassa de revestimento; argamassa x pintura) [1][2][3].		
Causas prováveis:	Salis solúveis na composição do substrato ou do revestimento; ocorrência de matéria orgânica, torrões de argila, ou impurezas como mica, pirita ou torrões ferruginosos nos agregados da argamassa de revestimento; pedras de cal não completamente extintas [3][5].		

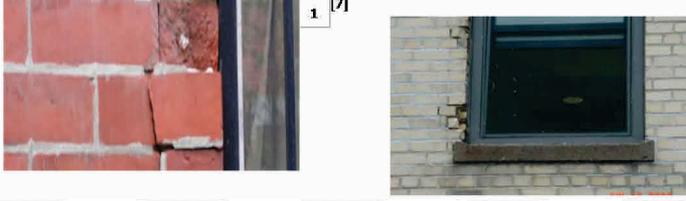
Fonte: Autora, 2021.

Figura 34 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D003 e D004.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	ROMPIMENTO <i>bursting</i> ¹ ; <i>distacco</i> ²	Código:	D003
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<div style="text-align: right;">  </div>			
Nível de deterioração:	<p>I superficial: apenas reboco</p> <p>II intermediário: reboco e parte dos blocos ou, no caso de blocos a vista, rompimento de parte considerável destes</p> <p>III profundo: blocos inteiros ou com grandes deslocamentos (no caso de rompimentos devidos à ancoragens ou outro elemento análogo)</p>		
Representação gráfica:	 <p>Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: DASH Angulação: 90°</p>	<p>Agente(s) possível(eis) de degradação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Problema de continuidade entre revestimento e reboco, ou entre dois revestimentos; perda local de material em decorrência de pressão interna devida à forma irregular do material, podendo ter como precedente uma fratura superficial em formato de estrela [1][2][3].		
Causas prováveis:	Aumento de volume de minerais presentes no material ou corrosão de ancoragens (barras de ferro) presentes na região; forma irregular do material [1].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	DELAMINAÇÃO <i>delamination</i> ¹ ; <i>esfoliazione</i> ²	Código:	D004
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<div style="text-align: right;">  </div>			
Nível de deterioração:	<p>I</p> <p>II</p> <p>III</p>		
Representação gráfica:	 <p>Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: HOUND Angulação: 45°</p>	<p>Agente(s) possível(eis) de degradação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Destacamento, na superfície, em finas camadas paralelas a essa superfície. Quebras irregulares nessa superfície ou queda (ou iminência de queda) de partes da face mais externa da alvenaria. Pode ser denominada por esfoliação (<i>exfoliation</i>) ¹ [1][2][3][7].		
Causas prováveis:	Impedimento da migração da água do interior para o exterior dos blocos (por conta, por exemplo, de revestimentos hidrofugantes), gelo-degelo da água retida internamente [7].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 35 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D005 e D006.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	DESAGREGAÇÃO <i>disintegration</i> ¹ ; <i>disgregazione</i> ²	Código:	D005
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<div style="text-align: right;">  </div>			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: CORK Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Desagregação com queda do material solto em formato pulverulento ou muito fragmentado, podendo ser conhecido também como pulverização (powdering¹, polvertzazione²) [1][2][3].		
Causas prováveis:	Gelo-degelo da água retida internamente nos blocos cerâmicos, cristalização dos sais solúveis presentes no material argiloso dos tijolos [8][9].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	FRAGMENTAÇÃO <i>fragmentation</i> ¹	Código:	D006
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<div style="text-align: right;">  </div>			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: HONEY Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Quebra completa ou parcial do bloco em porções de dimensões variadas em formatos, espessuras e volumes irregulares. Pode ser denominado também por lascamento (chipping¹) [1].		
Causas prováveis:	Sobrecarga, esforços de compressão distribuídos irregularmente (por exemplo, a resistência da argamassa de assentamento é muito maior do que a resistência dos blocos cerâmicos, expansão/contração de peças metálicas adjacentes, etc), impedimento de expansão dos blocos [1][7].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 36 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D007 e D008.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	DESCOLAMENTO <i>peeling</i>¹	Código:	D007
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<div style="text-align: right;">  </div>			
Nível de deterioração:	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; margin-bottom: 2px;"></div> I <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: orange; margin-bottom: 2px;"></div> II <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-bottom: 2px;"></div> III </div>	<div style="text-align: right;">  </div>	
Representação gráfica:	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: Angulação:	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:	 1 [7]	 2 [7]	
Descrição:	Descasque parcial de uma camada superficial dos blocos cerâmicos, do reboco ou da pintura [1][7].		
Causas prováveis:	Acúmulo de umidade devido ao reboco/pintura altamente impermeável, desagregação dos blocos após fases de gelo-degelo [7].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	DESCAMAÇÃO <i>scaling</i>¹; <i>scagliatura</i>²	Código:	D008
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<div style="text-align: right;">  </div>			
Nível de deterioração:	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; margin-bottom: 2px;"></div> I <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: orange; margin-bottom: 2px;"></div> II <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-bottom: 2px;"></div> III </div>	<div style="text-align: right;">  </div>	
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: DASH Angulação: 45°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:	 1 [8]	 2 [10]	 3 [11]
Descrição:	Descolamento em escama ou conjunto de escamas, na superfície dos blocos, podendo descolar totalmente e cair. As escamas geralmente possuem formato irregular, com espessura variando entre milimétrica e centimétrica. Pode apresentar eflorescência ou pátina biológica nas camadas abaixo. Em inglês, também pode ser denominado de <i>flaking</i> ¹ , <i>spalling</i> ¹ [1][2][3][8].		
Causas prováveis:	Distribuição irregular dos grãos de argila e outros compostos presentes na composição interna dos blocos cerâmicos [8].		

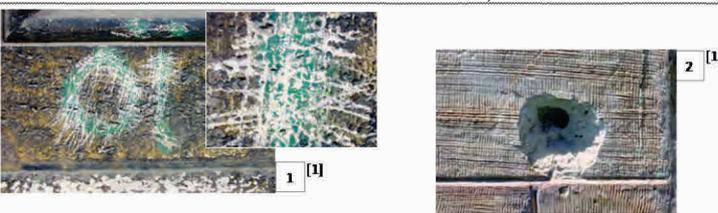
Fonte: Autora, 2021.

Figura 37 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D009 e D010.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
Terminologia do dano: ALVEOLIZAÇÃO <i>alveolization</i> ¹ ; <i>alveolizzazione</i> ²		Código: D009	Substrato: ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
<small>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração: 			
Representação gráfica: 	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: HEX Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais: 			
Descrição:	Degradação que se manifesta com a formação de cavidades de formas e dimensões variáveis. Os alvéolos frequentemente são interconectados e possuem distribuição não uniforme. Para o caso de apenas um alvéolo formado a partir do canto do bloco, denomina-se cavitação (<i>coving'</i>) [1][2][3].		
Causas prováveis:	Acúmulo de água, culminando no carreamento de material [7].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
Terminologia do dano: EROSÃO <i>erosion</i> ¹ ; <i>erosione</i> ²		Código: D010	Substrato: ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
<small>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração: 			
Representação gráfica: 	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ANSI32 Angulação: 90°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais: 			
Descrição:	Transporte de material da superfície que, na maior parte dos casos, apresenta suavização das formas. Pode-se referir pelo termo corrugação (<i>roughening</i> ¹) para erosão de pequenas partículas (desagregação granular) em superfícies lisas, tornando-as rugosas. Quando se sabe a fonte da erosão, pode-se referir a ela com "erosão por abrasão", "erosão por corrosão", etc [1][2][3].		
Causas prováveis:	Pode ter diferentes origens, podendo ser resultante de limpeza feita de maneira inapropriada e agressiva, baixa qualidade dos blocos, corrosão, etc [1][2][3][7].		

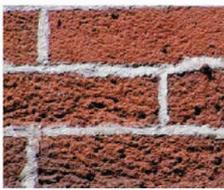
Fonte: Autora, 2021.

Figura 38 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D011 e D012.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	EROSÃO DA ARGAMASSA³	Código:	D011
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: Angulação:	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Perda de material da argamassa de assentamento das alvenarias, podendo ser superficial, profunda ou completa. Pode-se encontrar também apenas areia nas juntas, indicando a erosão da pasta de cal [7].		
Causas prováveis:	Desagregação pasta devida ao vento ou ciclos de gelo-degelo, dissolução de componentes da pasta onde houve acúmulo de água, ataques por sulfatos, pasta composta de agregado miúdo muito fino [7].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	DANO MECÂNICO <i>mechanical damage</i>²	Código:	D012
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: Angulação:	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Perda de material claramente por ação mecânica, podendo ser por impacto (por exemplo, projétil de arma de fogo), por corte, por raspagem ou por abrasão [1].		
Causas prováveis:	Geralmente por ações antrópicas [1].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 39 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D013 e D014.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	PARTE FALTANTE <i>missing part</i> ¹ ; <i>mancanza</i> ²	Código:	D013
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ANSI31 Angulação: 45°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Espaço vazio localizado em local que, por conclusão óbvia, era preenchido com parte do material [1]. Perda de elementos tridimensionais [2][3]. No caso de perda de continuidade de porção do revestimento ou do próprio material, formando um buraco, pode-se denominar por lacuna (<i>gap</i> ¹ ou <i>lacuna</i> ² , no inglês e italiano respectivamente)[1][2][3].		
Causas prováveis:	Geralmente por ações antrópicas [1].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	PITTING <i>pitting</i> ¹ ; <i>pitting</i> ²	Código:	D014
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: TRIANG Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Cavidades puntiformes de tamanhos milimétricos ou submilimétricos, numerosos e próximos entre si, com forma cilíndrica ou cônica, sem conexão entre si. Em alguns trechos podem apresentar transições com pits conectados [1][2][3].		
Causas prováveis:	Processo de limpeza da superfície com jato de areia ou de maneira inapropriada [1]. Má qualidade do material, com presença de cal na superfície que expande com a presença de água [12].		

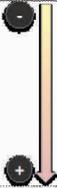
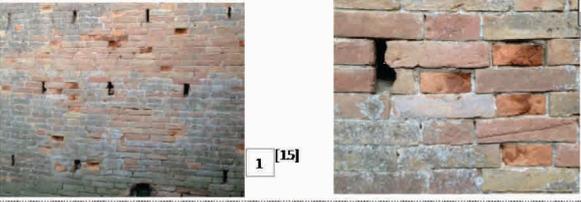
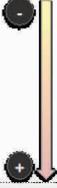
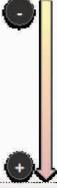
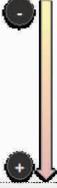
Fonte: Autora, 2021.

Figura 40 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D015 e D016.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	CROSTA <i>crust</i> ¹ ; <i>crosta</i> ²	Código:	D015
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
<small>*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo</small>			
<small>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9.</small>			
<small>²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: DOTS Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Acumulação consistente de materiais na superfície. Pode incluir deposições externas (ou exógenas) combinadas com os materiais do tijolo. Frequentemente de cor escura (crosta negra, black crust ¹), mas pode ser encontrada em cores mais claras também. Podem ter espessura variável ou homogênea [1]. É dura, frágil e distinguível da camada abaixo; pode se destacar do substrato que em geral apresenta-se pulverulento [2][3].		
Causas prováveis:	Proteção da água da chuva e contato com impurezas do ambiente (poluição, por exemplo). Região sujeita a ciclos de molhagem e secagem da água na presença de altos níveis de sais [1].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	SUJIDADE <i>deposit</i> ¹ ; <i>deposito superficiale</i> ²	Código:	D016
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
<small>*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo</small>			
<small>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9.</small>			
<small>²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:			
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ANSI32 Angulação: 315°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Acúmulo de materiais de origem externa (ou exógena) na superfície, de espessura variável e de pouca aderência ao substrato [1][2][3].		
Causas prováveis:	Poeira, terra, fezes de animais, respingos de tinta ou argamassa, sais salinos, remanescentes de materiais de conservação/reparo [1][2][3].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 41 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D017 e D018.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
Terminologia do dano:	ALTERAÇÃO CROMÁTICA <i>discolouration¹; alterazione cromatica²</i>	Código:	D017
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
¹ Terminologia em inglês utilizada em: KOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i> . Paris, France: KOMOS EC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei - lessico</i> . Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i> . Milano, 2006.			
Nível de deterioração:	I II III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ANSI37 Angulação: 45°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Alteração que se manifesta através da variação de um ou vários parâmetros que definem a cor: tinta (matiz), clareza (tom), saturação (croma). Variação natural dos parâmetros que definem a cor, dependente do material do substrato. Normalmente é generalizada e, em caso contrário, é preferível usar o termo "macchia" (mancha). Pode se manifestar de diversas formas de acordo com a condição a que foi exposta, e pode se manifestar em zona ampla ou localizada. [1][2][3].		
Causas prováveis:	Frequentemente provocada por sais, corrosão metálica (ferro, cobre, etc), ou exposição ao fogo. Alguns padrões de alteração cromática típica amarela, laranja, marrom e preto são devidos à presença de carotenoides e melaninas produzidos por fungos e cianobactérias. Áreas escurecidas devido à umidade podem ter forma e extensão diferentes de acordo com a origem da umidade: vazamento de tubulações, umidade ascendente, higroscopia devida à presença de sais, condensação [1][2][3].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
Terminologia do dano:	EFLORESCÊNCIA <i>efflorescence¹; efflorescenza²</i>	Código:	D018
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
¹ Terminologia em inglês utilizada em: KOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i> . Paris, France: KOMOS EC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei - lessico</i> . Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i> . Milano, 2006.			
Nível de deterioração:	I II III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: CROSS Angulação: 45°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Geralmente esbranquiçado, pulverulento ou semelhante a cristais superficiais. Normalmente são pouco coesivos e comumente constituída de cristais de sais solúveis. No caso de efloração salina, a cristalização pode às vezes acontecer na estrutura interna do material provocando frequentemente a desagregação/queda da parte mais superficial. Esse fenômeno é conhecido então como criptoflorescência (<i>subflorescence¹; criptoeflorescenza² ou subeflorescenza²</i>) [1][2][3].		
Causas prováveis:	Geralmente é decorrente da evaporação de água com sais solúveis presente na estrutura porosa da alvenaria e lixiviação [1].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 42 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D019 e D020.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	ENCRUSTAÇÃO <i>encrustation</i> ¹ ; <i>incrostazione</i> ²	Código:	D019
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I II III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ISO07W100 Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Depósito compacto, bem aderido ao substrato, geralmente formado de elementos de extensão limitada, formado preferencialmente em uma só direção não coincidente com a superfície da alvenaria. Às vezes pode assumir forma de estalactite ou estalagmite, sendo denominado, nesse caso, por concreção (<i>concretion</i> ¹ , <i>concrezione</i> ²) [1][2][3].		
Causas prováveis:	Geralmente é decorrente de percolação da água, com lixiviação de material de composição da alvenaria (ou seja, material que não é externo) [1]. Pode ser decorrente de pré-molhagem excessiva da alvenaria para recomposição da argamassa de assentamento; ou molhagem por precipitação de chuva pouco tempo depois do processo de recomposição da argamassa de assentamento [14].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	PELÍCULA <i>film</i> ¹ ; <i>pellicola</i> ²	Código:	D020
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I II III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: DASH Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:			
Descrição:	Camada superficial transparente ou semitransparente com substâncias coerentes entre si e estranhas ao material pétreo. Geralmente de origem orgânica, aderente ao substrato, porém sem penetrá-lo [1][2][3].		
Causas prováveis:	Podem ser películas aplicadas com o intuito de proteger o substrato, como por exemplo hidrofugantes ou tinta anti-pichação; películas com função estética, como tinta; película de oxalato, etc [1][2][3].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 43 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D021 e D022.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	VANDALISMO <i>graffiti</i> ¹ ; <i>graffito</i> <i>vandalico</i> ²	Código:	D021
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I II III	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: Angulação:	
Representação gráfica:		Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:	 [1] [3]	 [2] [15]	 [10] [3]
Descrição:	Aposição indesejada de tinta, ou outros tipos de intervenções vulgares como rabiscos ou cortes sobre a superfície [1][2][3].		
Causas prováveis:	Ação antrópica.		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	PÁTINA <i>patina</i> ¹ ; <i>patina</i> ²	Código:	D022
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I II III	Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: ANSI37 Angulação: 0°	
Representação gráfica:		Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico	
Exemplos visuais:	 [1] [1]		
Descrição:	Alteração estritamente limitada à modificação natural da superfície do material não ligada a manifestações de fenômenos de degradação; e perceptível como uma variação da cor original do material. No caso de alteração induzida artificialmente se usa preferencialmente o termo pátina artificial (patina artificiale) [1][2][3].		
Causas prováveis:	Ação do tempo. Pode ser decorrente de alguns componentes presentes do substrato, como por exemplo ferro (pátina rica em ferro - iron rich patina ¹) ou oxalato (pátina de oxalato - oxalate patina ¹) [1].		

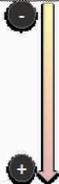
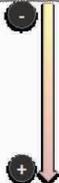
Fonte: Autora, 2021.

Figura 44 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D023 e D024.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	FULIGEM <i>soiling</i> ¹ ; <i>colatura</i> ²	Código:	D023
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I II III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: AR-RROOF Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:	  		
Descrição:	Deposição de partículas exógenas em camadas muito finas, dando aspecto de encardido. A crescente adesão e coesão dessa fuligem pode resultar em <i>crosta</i> . No caso da <i>colatura</i> ² , são manchas em forma de traçado na direção vertical, frequentemente manifestam-se como numerosos traços paralelos entre si [1][3].		
Causas prováveis:	Pode ser originária de poluentes atmosféricos (industrial, doméstico ou de veículos automotores); ou de partículas transportadas pela água ou por convecção térmica [1].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	COLONIZAÇÃO BIOLÓGICA <i>biological colonization</i> ¹ ; <i>colonizzazione biologica</i> ²	Código:	D024
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I II III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: NET3 Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:	  		
Descrição:	Presença visível macroscopicamente de micro e/ou macro organismos (alga, fungo, líquen, musgo, plantas superiores), incluindo também as interferências causadas por outros organismos, como por exemplo ninhos de animais. Denomina-se <i>patina biológica</i> (<i>biopatina</i> ¹ ; <i>patina biologica</i> ²) quando há formação de um biofilme, ou seja, camada fina (até 2 mm de espessura) e homogênea, constituída principalmente de microorganismos, variáveis em consistência, cor e adesão ao substrato. Podem sofrer expansão ou contração dependendo da umidade [1][2][3].		
Causas prováveis:	Devido a outros organismos, podendo ter interferência de árvores próximas [1][2][3].		

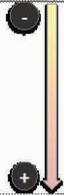
Fonte: Autora, 2021.

Figura 45 – Fichas de classificação de danos em alvenaria de blocos cerâmicos – D025 e D026.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	MOFO_ <i>mould</i> ¹	Código:	D025
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I pontos esparsos, distantes entre si em aproximadamente 5 mm ou mais, superficiais II trechos contínuos, superficiais III trechos contínuos, com demonstrações de penetração no substrato		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: GRASS Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:	 	1 [16]	2 [5]
Descrição:	Colônia de fungos microscópicos que, a olho nu, parecem uma camada felpuda ou uma rede de remendos milimétricos em formato de estrela com diversas cores (branco, cinza, preto). Por terem um crescimento filamentososo em cadeia, podem penetrar vários centímetros no substrato. Provocam sérios danos por ação química e mecânica, além de alto nível de descoloração [1].		
Causas prováveis:	Poluição atmosférica, umidade [1].		
FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
Terminologia do dano:	VEGETAÇÃO_ <i>plant</i> ¹ ; presenza di vegetazione ² ;	Código:	D026
		Substrato:	ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS (AC)
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
<small>¹ Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ² Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei – lessico</i>. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11182: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	I de pequeno porte, com raízes superficiais no substrato e pouca ou nenhuma degradação do substrato (fissuras, rompimentos, etc) II de médio porte, com raízes consistentes no substrato e degradação aparente de nível II III de grande porte, com raízes profundas no substrato e degradação aparente de nível III		
Representação gráfica:		Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: SWAMP Angulação: 0°	Agente(s) possível(eis) de degradação: <input type="checkbox"/> Físico <input type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico
Exemplos visuais:	  	1 [3]	2 [15]
Descrição:	Presença de elementos herbáceos, arbustivos ou arbóreos [1][2][3].		
Causas prováveis:	Presença de água [1].		

Fonte: Autora, 2021.

Figura 46 – Fichas de classificação de danos em concreto armado – D051.

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS*			
*Essa ficha deve ser utilizada como referência para classificação e identificação dos danos em campo			
Terminologia do dano:	FISSURAÇÃO <i>crack</i> ¹ ; <i>fratturazione</i> ²	Código:	D051
		Substrato:	CONCRETO ARMADO (CA)
<small>¹Terminologia em inglês utilizada em: ICOMOS. <i>Illustrated glossary on stone deterioration patterns</i>. Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9. ²Terminologia em italiano utilizada em: CNR-ICR. <i>NORMAL – 1/88: Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei</i> – lessico. Roma, 1990; e/ou em: ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. <i>UNI 11382: Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni</i>. Milano, 2006.</small>			
Nível de deterioração:	<p>I Fissuras superficiais ou subsuperficiais, com profundidade máxima igual à espessura do cobrimento ou com espessura de até 0,5 mm</p> <p>II Fissuras atingem a armadura que, aparentemente, não apresenta corrosão; ou fissuras com espessura entre 0,5 mm e 2 mm</p> <p>III Fissuras com aparente corrosão da armadura; ou fissuras com mais de 2 mm de espessura.</p>		
Representação gráfica:	 <p>Comandos do AutoCAD para a hachura: Nome da hachura: comando "fine" Angulação: -</p>	Agente(s) possível(eis) de degradação: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input checked="" type="checkbox"/> Biológico <input checked="" type="checkbox"/> Antrópico 	
Exemplos visuais:			
Descrição:	Problema de continuidade no material, visível a olho nu, resultante de separação de uma parte em relação à outra [1][2][3].		
Causas prováveis:	Movimentação térmica, movimentação higroscópica, sobrecarga, recalque de fundação, alterações químicas dos materiais, vibrações causadas por movimentação sísmica, incêndio, congelamento [1][2][3].		

Fonte: Autora, 2021.

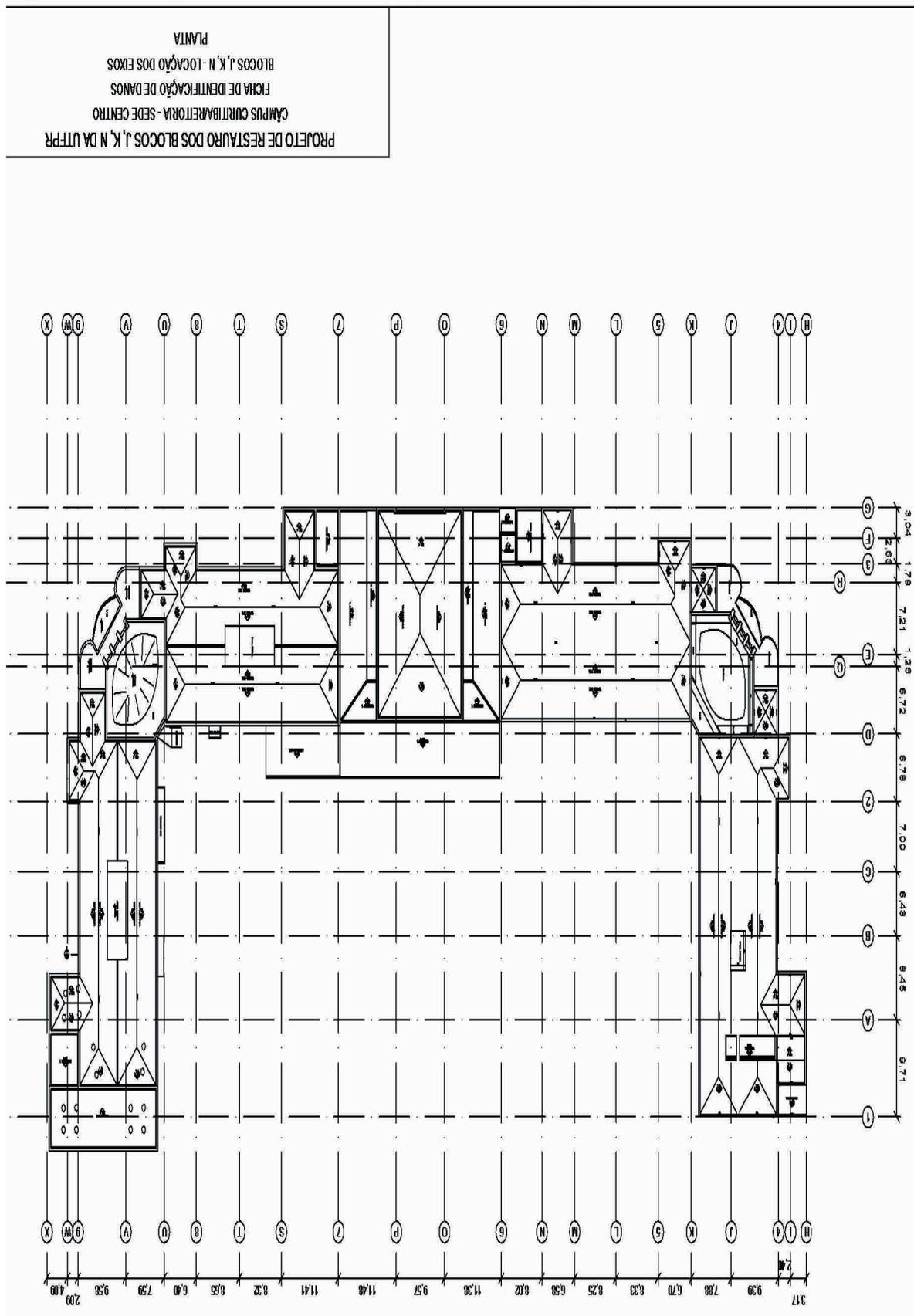
Figura 47 – Referências das fichas de classificação de danos.

REFERÊNCIAS DAS FICHAS DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS:	
[1]	ICOMOS. Illustrated glossary on stone deterioration patterns . Paris, France: ICOMOS ISC, 2010. ISBN 978-2-918086-07-9.
[2]	CNR-ICR. NORMAL – 1/88 : Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei - lessico. Roma, 1990
[3]	ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. UNI 11182 : Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Descrizioni della forma di alterazione – Termini e definizioni. Milano, 2006.
[4]	[s. l.], 2020. Blog . Disponível em: < https://fibersals.com.br/blog/rachaduras-no-predio/ >. Acesso em: 5 jun. 2020.
[5]	LERSCH, Inês Martina. Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do Patrimônio Cultural de Porto Alegre. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: < https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3674/000391182.pdf?...1 >. Acesso em: 23 nov. 2020.
[6]	CAPORRINO, Cristiana Furlan. Patologias em alvenarias . 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. ISBN 9788579753046.
[7]	NYC DEPARTMENT OF BUILDINGS. Facade conditions: An illustrated glossary of visual symptoms . New York, [s.d.]. Disponível em: < https://www1.nyc.gov/assets/buildings/images/content/misc/FacadePresentation.pdf >. Acesso em: 13 jul 2020.
[8]	STRYSZEWSKA, Teresa; KANKA, Stanislaw. Forms of damage of bricks subjected to cyclic freezing and thawing in actual conditions. Materials , v. 12, 16 p., 2019. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.3390/ma12071165 >. Acesso em: 13 jul. 2020.
[9]	YOUTH IN THE CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE (coord.). Proceedings of the international course ceramic material in building heritage: conservation problems and intervention . Madrid, Spain: YOCOCU, 2016. ISBN 978-84-608-9509-1.
[10]	LÓPEZ-PATIÑO, Gracia; ADAM, Jose M.; GIMENO, Pedro Verdejo; MILANI, Gabrieli. Causes of damage to industrial brick masonry chimneys. Engineering Failure Analysis , v. 74, p. 188-201, 2017. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2017.01.014 >. Acesso em: 13 jul. 2020.
[11]	FACCIO, Paolo. Corso di restauro A.A. 2011-29012. Giulia Campanini (col.). Venezia: Università IUAV, 2011. Disponível em: < http://www.iuav.it/Ateneo1/docenti/architettura/docenti-st/Paolo-Faccio/materiali-/Restauro-2/LEZIONE-SEI.pdf >. Acesso em: 13 jul. 2020.
[12]	Graduated and Undergraduated students. AAAP 4/510: Building Pathology Masonry. Masonry Conservation Handbook . Cottage Grove, Oregon: University of Oregon, 2013. Disponível em: < https://www.cottagegrove.org/sites/default/files/fileattachments/community_development/page/396/dm_masonry_conservation_handbook.pdf >. Acesso em: 3 nov. 2020.
[13]	GOVERNO DE PERNAMBUCO. Projeto de restauro do mercado Eufrásio Barbosa . Olinda: Governo de Pernambuco, [s.d.]. Disponível em: < http://www.portais.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=22082&folderId=18428350&name=DLFE-89968.pdf >. Acesso em: 4 nov. 2020.
[14]	VAN HEES, R.P.J; BINDA, L.; PAPAYANNI, I.; TOUMBAKARI, E. Chapter 3: Damage analysis as a step towards compatible repair mortars . Disponível em: < https://www.rilem.net/images/publis/rep028-007.pdf >. Acesso em: 4 nov. 2020.
[15]	COMUNE DI SIENA. Piano del colore: Abaco delle alterazione cromatiche e dei depositi su pietre e laterizi faccia a vista . Siena, 2016. Disponível em: < https://www.google.com.br/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.comune.siena.it%2Fcontent%2Fdownload%2F51408%2F78250%2Ffile%2F_ABACO%2520DELLE%2520ALTERAZIONI%2520CROMATICHE%2520E%2520DEI%2520DEPOSITI.pdf&psig=AOvVaw3AYc-LjdJ4logfxXMJao8M&ust=1605122579385000&source=images&cd=vfe&ved=0CA0QjhxqFwoTClieuOPZ-OwCFQAAAAAdAAAAABAJ >. Acesso em: 10 nov. 2020.
[17]	ROCHA, E. A.; MACEDO, J. V. S.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. C. Barreto. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE. Alconpat , 8 (1), p. 51-63, 2018. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i1.198 >. Acesso em: 23 nov. 2020.
[18]	FLORENZANO, Luciana da Silva. Conservação de tijolo cerâmico em alvenarias históricas: subsídios para restauração do sítio histórico de Santa Leopoldina - ES. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: < https://docplayer.com.br/87409122-Conservacao-de-tijolo-ceramico-em-alvenarias-historicas.html >. Acesso em: 18 jan. 2021.

Fonte: Autora, 2021.

**APÊNDICE B – RELAÇÃO DAS FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS
(FID)**

Figura 48 – Locação dos eixos de amarração dos Blocos J, K e N.



Fonte: Autora, 2020.

Figura 50 – Ficha de identificação de danos com mapeamento termográfico para a distância de 13 metros.



Fonte: Autora, 2021.

Figura 51 – Ficha de identificação de danos com mapeamento termográfico para a distância de 20 metros.



Fonte: Autora, 2021.

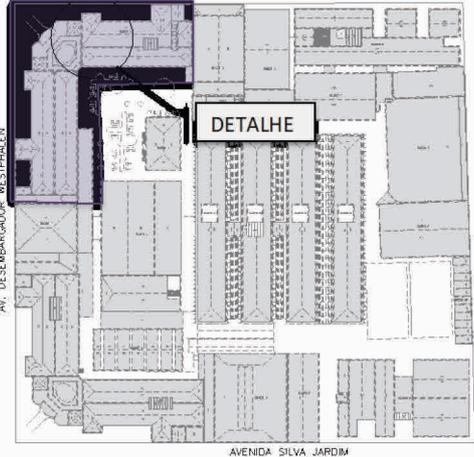
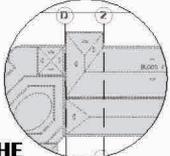
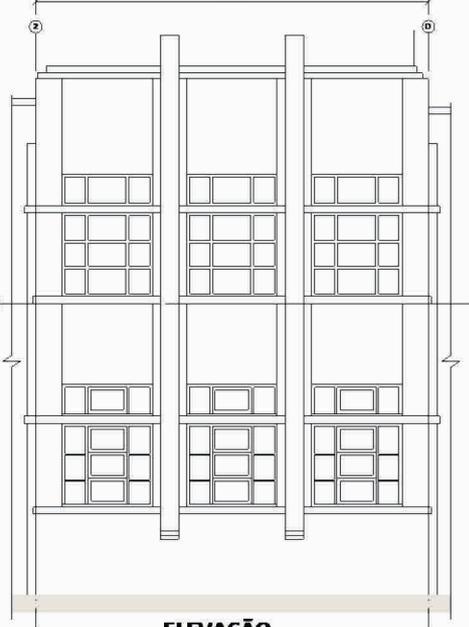
Figura 52 – Ficha de identificação de danos com mapeamento termográfico para a distância de 30 metros.



Fonte: Autora, 2021.

**APÊNDICE C – RELAÇÃO DAS FICHAS PARA INSPEÇÃO
TERMOGRÁFICA**

Figura 54 – Ficha de inspeção termográfica do dia 23 de julho de 2020, folha 1/2

 FICHA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA		fl. 1/2	
Obra:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - sede Centro	Ficha n.:	001
Termografista:	Thalita	Data de inspeção:	23/07/20
LOCALIZAÇÃO			
Cidade	Curitiba - PR		
Endereço	Av. Sete de Setembro, 3165		
Complemento:	Bloco N - fachada da Av. Silva Jardim		
Orientação solar:	face norte		
Trecho:	Entre eixos D e 2		
DADOS DA CÂMERA TERMOGRÁFICA (conforme ABNT NBR 16818:2020)			
Marca:	FLIR	Faixa de temperat -20oC até +120oC	
Modelo:	E60	Resolução IR: 320 x 240 pixels	
Ano:	2012	Distância mínima: 40 cm	
FOV:	25° x 19°		
IFOV:	1,36 mrad		
Faixa espectral:	7,5 - 13 μm		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TRECHO EM INSPEÇÃO:			
<p>BLOCO J AVENIDA SETE DE SETEMBRO</p>  <p style="text-align: center;">DETALHE</p> <p>PLANTA CHAVE</p>  <p style="text-align: center;">DETALHE</p>  <p style="text-align: center;">ELEVAÇÃO</p>			
DADOS DE INSPEÇÃO			
Data da última inspeção:	-		
Comprimento do trecho:	6,74		
Altura do trecho:	9,15		
Estação do ano:	inverno		
Observações adicionais:	céu aberto		

Fonte: Autora, 2020.

Figura 56 – Ficha de inspeção termográfica do dia 25 de julho de 2020, folha 1/2

FICHA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA		fl. 1/2	
Obra:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - sede Centro	Ficha n.:	002
Termografista:	Thalita	Data de inspeção:	25/07/20
LOCALIZAÇÃO			
Cidade	Curitiba - PR		
Endereço	Av. Sete de Setembro, 3165		
Complemento:	Bloco N - fachada da Av. Silva Jardim		
Orientação solar:	face norte		
Trecho:	Entre eixos D e 2		
DADOS DA CÂMERA TERMOGRÁFICA (conforme ABNT NBR 16818:2020)			
Marca:	FLIR	Faixa de temperat -20oC até +120oC	
Modelo:	E60	Resolução IR: 320 x 240 pixels	
Ano:	2012	Distância mínima: 40 cm	
FOV:	25° x 19°		
IFOV:	1,36 mrad		
Faixa espectral:	7,5 - 13 μm		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TRECHO EM INSPEÇÃO:			
<p>BLOCO J</p> <p>AVENIDA SETE DE SETEMBRO</p> <p>AVENIDA MAL. FLORIANO PEIXOTO</p> <p>AVENIDA SILVA JARDIM</p> <p>AV. DESEMBARGADOR WESTPHALEN</p> <p>DETALHE</p> <p>PLANTA CHAVE</p> <p>DETALHE</p> <p>6,74</p> <p>ELEVAÇÃO</p>			
DADOS DE INSPEÇÃO			
Data da última inspeção:	23/07/20		
Comprimento do trecho:	6,74		
Altura do trecho:	9,15		
Estação do ano:	inverno		
Observações adicionais:	céu aberto		

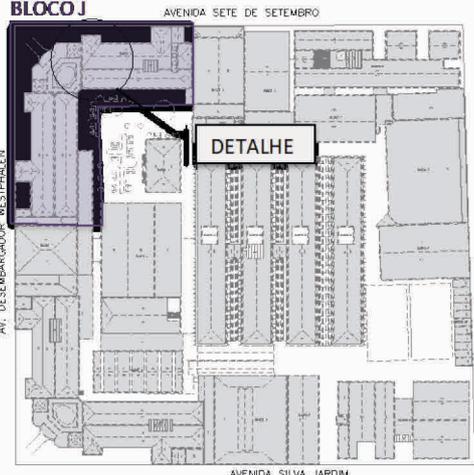
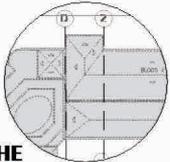
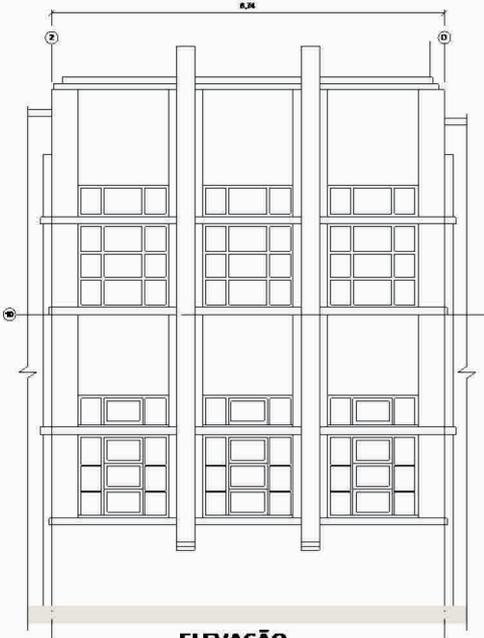
Fonte: Autora, 2020.

Figura 58 – Ficha de inspeção termográfica do dia 6 de outubro de 2020, folha 1/2

FICHA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA		fl. 1/2	
Obra:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - sede Centro	Ficha n.:	003
Termografista:	Thalita	Data de inspeção:	06/10/20
LOCALIZAÇÃO			
Cidade	Curitiba - PR		
Endereço	Av. Sete de Setembro, 3165		
Complemento:	Bloco N - fachada da Av. Silva Jardim		
Orientação solar:	face norte		
Trecho:	Entre eixos D e 2		
DADOS DA CÂMERA TERMOGRÁFICA (conforme ABNT NBR 16818:2020)			
Marca:	FLIR	Faixa de temperatur -20oC até +120oC	
Modelo:	E60	Resolução IR: 320 x 240 pixels	
Ano:	2012	Distância mínima: 40 cm	
FOV:	25° x 19°		
IFOV:	1,36 mrad		
Faixa espectral:	7,5 - 13 µm		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TRECHO EM INSPEÇÃO:			
<p>BLOCO N</p> <p>AVENIDA SETE DE SETEMBRO</p> <p>AVENIDA MAL. FLORIANO PEIXOTO</p> <p>AVENIDA SILVA JARDIM</p> <p>DETALHE</p> <p>PLANTA CHAVE</p> <p>DETALHE</p>		<p>ELEVAÇÃO</p>	
DADOS DE INSPEÇÃO			
Data da última inspeção:	25/07/20		
Comprimento do trecho:	6,74		
Altura do trecho:	9,15		
Estação do ano:	primavera		
Observações adicionais:	período seco (baixa dos reservatórios), fumaça atmosférica advinda das queimadas do Pantanal		

Fonte: Autora, 2020.

Figura 60 – Ficha de inspeção termográfica do dia 10 de outubro de 2020, folha 1/2

 FICHA DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA fl. 1/2		
Obra:	Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - sede Centro	Ficha n.: 004
Termografista:	Thalita	Data de inspeção: 10/10/20
LOCALIZAÇÃO		
Cidade	Curitiba - PR	
Endereço	Av. Sete de Setembro, 3165	
Complemento:	Bloco N - fachada da Av. Silva Jardim	
Orientação solar:	face norte	
Trecho:	Entre eixos D e 2	
DADOS DA CÂMERA TERMOGRÁFICA (conforme ABNT NBR 16818:2020)		
Marca:	FLIR	Faixa de temperatur -20oC até +120oC
Modelo:	E60	Resolução IR: 320 x 240 pixels
Ano:	2012	Distância mínima: 40 cm
FOV:	25° x 19°	
IFOV:	1,36 mrad	
Faixa espectral:	7,5 - 13 µm	
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TRECHO EM INSPEÇÃO:		
<p>BLOCO J</p>  <p>PLANTA CHAVE</p>  <p>DETALHE</p>	 <p>ELEVAÇÃO</p>	
DADOS DE INSPEÇÃO		
Data da última inspeção:	06/10/20	
Comprimento do trecho:	6,74	
Altura do trecho:	9,15	
Estação do ano:	primavera	
Observações adicionais:	período seco (baixa dos reservatórios), fumaça atmosférica advinda das queimadas do Pantanal	

Fonte: Autora, 2020.

APÊNDICE D – RELAÇÃO DE RESULTADOS COMPLEMENTARES

Figura 62 – Resumo das emissividades obtidas em campo, avaliação com ênfase nos horários de aferição

RESUMO DAS MEDIÇÕES DE CAMPO DA TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA E DA EMISSIVIDADE								
Bloco J - entre eixos 2 e D								
Dia	Horário	Emissividade medido em campo	Emissividade - avaliação por horário					
			8h - 9h	9h30 - 10h30	11h - 12h	14h30 - 15h30	16h - 16h30	17h - 17h30
23/07/20	14:30	0,58	-	-	-	0,58	-	-
23/07/20	14:30	0,84	-	-	-	0,84	-	-
25/07/20	8:00 - 9:00	0,80	0,80	-	-	-	-	-
25/07/20	8:00 - 9:00	0,80	0,80	-	-	-	-	-
25/07/20	8:00 - 9:00	0,80	0,80	-	-	-	-	-
01/08/20	8:30 - 9:00	-	-	-	-	-	-	-
06/10/20	8:00 - 9:00	0,59	0,59	-	-	-	-	-
06/10/20	8:00 - 9:00	0,78	0,78	-	-	-	-	-
06/10/20	9:30 - 10:00	-	-	-	-	-	-	-
06/10/20	10:00 - 10:30	0,51	-	0,51	-	-	-	-
06/10/20	10:00 - 10:30	0,55	-	0,55	-	-	-	-
06/10/20	11:00 - 12:00	0,58	-	-	0,58	-	-	-
06/10/20	11:00 - 12:00	0,55	-	-	0,55	-	-	-
06/10/20	14:30 - 15:30	0,48	-	-	-	0,48	-	-
06/10/20	14:30 - 15:30	0,55	-	-	-	0,55	-	-
06/10/20	16:00 - 16:30	0,57	-	-	-	-	0,57	-
06/10/20	16:00 - 16:30	0,58	-	-	-	-	0,58	-
06/10/20	17:00 - 17:30	0,80	-	-	-	-	-	0,80
06/10/20	17:00 - 17:30	0,81	-	-	-	-	-	0,81
10/10/20	8:00 - 9:00	0,75	0,75	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	0,80	0,80	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	0,81	0,81	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	0,77	0,77	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	0,81	0,81	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	0,80	0,80	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	-	-	-	-	-	-	-
10/10/20	8:00 - 9:00	0,80	0,80	-	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,53	-	0,53	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,51	-	0,51	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,48	-	0,48	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	-	-	-	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,60	-	0,60	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,71	-	0,71	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,60	-	0,60	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,70	-	0,70	-	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,45	-	-	0,45	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,54	-	-	0,54	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,49	-	-	0,49	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,51	-	-	0,51	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,52	-	-	0,52	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,51	-	-	0,51	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,52	-	-	0,52	-	-	-
10/10/20	11:00 - 12:00	0,54	-	-	0,54	-	-	-
		MÉDIA TOTAL	0,78	0,58	0,52	0,61	0,58	0,81
		MEDIANA TOTAL	0,80	0,55	0,52	0,57	0,58	0,81

Fonte: Autora, 2021.

Figura 63 – Resumo das emissividades obtidas em campo, avaliação com ênfase na emissividade do material de referência.

RESUMO DAS MEDIÇÕES DE CAMPO DA TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA E DA EMISSIVIDADE								
Bloco J - entre eixos 2 e D								
Dia	Horário	Distância câmera- paramento [m]	Emissividade medido em campo	Emissividade - avaliação por emissividade do material de referência				
				$\epsilon = 0,96$	$\epsilon = 0,97$	$\epsilon = 0,98$	$\epsilon = 0,99$	
23/07/20	14:30	2,00	0,58	0,58	-	-	-	
23/07/20	14:30	13,00	0,84	0,84	-	-	-	
25/07/20	8:00 - 9:00	2,00	0,80	-	-	-	-	
25/07/20	8:00 - 9:00	13,00	0,80	-	-	-	-	
25/07/20	8:00 - 9:00	13,00	0,80	-	-	-	-	
01/08/20	8:30 - 9:00	-	-	-	-	-	-	
06/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0,59	0,59	-	-	-	
06/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0,78	0,78	-	-	-	
06/10/20	9:30 - 10:00	2,00	-	-	-	-	-	
06/10/20	10:00 - 10:30	2,00	0,51	0,51	-	-	-	
06/10/20	10:00 - 10:30	13,00	0,55	0,55	-	-	-	
06/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0,58	0,58	-	-	-	
06/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0,55	0,55	-	-	-	
06/10/20	14:30 - 15:30	2,00	0,48	0,48	-	-	-	
06/10/20	14:30 - 15:30	13,00	0,55	0,55	-	-	-	
06/10/20	16:00 - 16:30	2,00	0,57	0,57	-	-	-	
06/10/20	16:00 - 16:30	13,00	0,58	0,58	-	-	-	
06/10/20	17:00 - 17:30	2,00	0,80	0,80	-	-	-	
06/10/20	17:00 - 17:30	13,00	0,81	0,81	-	-	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0,75	0,75	-	-	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0,80	-	0,80	-	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0,81	-	-	0,81	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0,77	-	-	-	0,77	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0,81	0,81	-	-	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0,80	-	0,80	-	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	-	-	-	-	-	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0,80	-	-	-	0,80	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0,53	0,53	-	-	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0,51	-	0,51	-	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0,48	-	-	0,48	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	-	-	-	-	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0,60	0,60	-	-	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0,71	-	0,71	-	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0,60	-	-	0,60	-	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0,70	-	-	-	0,70	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0,45	0,45	-	-	-	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0,54	-	0,54	-	-	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0,49	-	-	0,49	-	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0,51	-	-	-	0,51	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0,52	0,52	-	-	-	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0,51	-	0,51	-	-	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0,52	-	-	0,52	-	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0,54	-	-	-	0,54	
				MÉDIA TOTAL	0,62	0,65	0,58	0,66
				MEDIANA TOTAL	0,58	0,63	0,52	0,70

Fonte: Autora, 2021.

(continua...)

Figura 64 – Medições termográficas feitas em campo (parte 1)

MEDIÇÕES DE CAMPO DA TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA E DA EMISSIVIDADE						
<i>Bloco J - entre eixos 2 e D</i>						
Dia	Horário	Temperatura atmosférica	Umidade relativa do ar	Intensidade e direção do vento	Estação do ano	Material do paramento
		<i>°C</i>	<i>%</i>			
22/07/20	12:12 - 13:30	23	41%	NO 21 km/h	inverno	tijolo cerâmico
22/07/20	12:12 - 13:30	23	41%	NO 21 km/h	inverno	tijolo cerâmico
23/07/20	14:30	24	39%	NO 14 km/h	inverno	tijolo cerâmico
23/07/20	14:30	24	39%	NO 14 km/h	inverno	tijolo cerâmico
25/07/20	8:00 - 9:00	13	70%	NNO 13 km/h	inverno	tijolo cerâmico
25/07/20	8:00 - 9:00	13	70%	NNO 13 km/h	inverno	tijolo cerâmico
25/07/20	8:00 - 9:00	13	70%	NNO 13 km/h	inverno	tijolo cerâmico
06/10/20	8:00 - 9:00	23	79%	SE 0 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	8:00 - 9:00	23	79%	SE 0 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	9:30 - 10:00	26	64%	L 5 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	10:00 - 10:30	27	59%	L 5 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	10:00 - 10:30	27	59%	L 5 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	10:00 - 10:30	27	59%	L 5 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	11:00 - 12:00	29	52%	ENE 10 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	11:00 - 12:00	29	52%	ENE 10 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	14:30 - 15:30	34	28%	ONO 10 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	14:30 - 15:30	34	28%	ONO 10 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	16:00 - 16:30	34	29%	O 13 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	16:00 - 16:30	34	29%	O 13 km/h	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	17:00 - 17:30	29	50%	-	primavera	tijolo cerâmico
06/10/20	17:00 - 17:30	29	50%	-	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	8:00 - 9:00	14	78%	OSO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	9:30 - 10:30	17	58%	SO 5km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico
10/10/20	11:00 - 12:00	19	47%	S 14 km/h	primavera	tijolo cerâmico

Fonte: Autora, 2021.

(continua...)

Figura 65 – Medições termográficas feitas em campo (parte 2)

		MEDIÇÕES DE CAMPO DA TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA E DA EMISSIVIDADE						
		Bloco J - entre eixos 2 e D						
Dia	Horário	Distância câmera- paramento [m]	Ângulo (ponto focal x paramento) [graus]	Temperatura aparente medida			Temperatura aparente refletida adotada (média) [°C]	
				[°C]	[°C]	[°C]		
22/07/20	12:12 - 13:30	1,84	0	17,50	15,90	13,40	15,60	
22/07/20	12:12 - 13:30	2,00	0	7,80	9,80	7,30	8,30	
23/07/20	14:30	2,00	0	19,10	17,70	18,20	18,33	
23/07/20	14:30	13,00	12	5,40	4,00	5,40	4,93	
25/07/20	8:00 - 9:00	2,00	0	10,50	8,10	9,80	9,47	
25/07/20	8:00 - 9:00	13,00	0	11,20	10,70	10,00	10,63	
25/07/20	8:00 - 9:00	13,00	0	11,20	10,70	10,00	10,63	
06/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0	20,10	20,40	18,80	19,77	
06/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0	20,90	21,60	20,40	20,97	
06/10/20	9:30 - 10:00	2,00	0	24,10	23,80	22,70	23,53	
06/10/20	10:00 - 10:30	2,00	0	21,40	20,40	22,00	21,27	
06/10/20	10:00 - 10:30	2,00	0	21,40	20,40	22,00	21,27	
06/10/20	10:00 - 10:30	13,00	0	25,90	23,90	27,30	25,70	
06/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0	27,70	25,80	26,40	26,63	
06/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0	25,90	23,90	27,30	25,70	
06/10/20	14:30 - 15:30	2,00	0	31,40	29,90	35,00	32,10	
06/10/20	14:30 - 15:30	13,00	0	29,50	29,80	32,30	30,53	
06/10/20	16:00 - 16:30	2,00	0	27,40	28,50	26,30	27,40	
06/10/20	16:00 - 16:30	13,00	0	27,70	29,70	27,80	28,40	
06/10/20	17:00 - 17:30	2,00	0	24,20	19,80	27,90	23,97	
06/10/20	17:00 - 17:30	13,00	0	27,30	26,70	26,30	26,77	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0	5,10	6,60	4,70	5,47	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0	5,10	6,60	4,70	5,47	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0	5,10	6,60	4,70	5,47	
10/10/20	8:00 - 9:00	2,00	0	5,10	6,60	4,70	5,47	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0	8,60	5,20	8,10	7,30	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0	8,60	5,20	8,10	7,30	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0	8,60	5,20	8,10	7,30	
10/10/20	8:00 - 9:00	13,00	0	8,60	5,20	8,10	7,30	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0	8,70	12,30	13,70	11,57	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0	8,70	12,30	13,70	11,57	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0	8,70	12,30	13,70	11,57	
10/10/20	9:30 - 10:30	2,00	0	8,70	12,30	13,70	11,57	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0	9,90	8,20	11,50	9,87	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0	9,90	8,20	11,50	9,87	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0	9,90	8,20	11,50	9,87	
10/10/20	9:30 - 10:30	13,00	0	9,90	8,20	11,50	9,87	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0	14,10	9,30	18,30	13,90	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0	14,10	9,30	18,30	13,90	
10/10/20	11:00 - 12:00	2,00	0	14,10	9,30	18,30	13,90	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0	16,30	13,80	15,90	15,33	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0	16,30	13,80	15,90	15,33	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0	16,30	13,80	15,90	15,33	
10/10/20	11:00 - 12:00	13,00	0	16,30	13,80	15,90	15,33	

Fonte: Autora, 2021.

Figura 66 – Medições termográficas feitas em campo (parte 3)

MEDIÇÕES DE CAMPO DA TEMPERATURA APARENTE REFLETIDA E DA EMISSIVIDADE								
<i>Bloco J - entre eixos 2 e D</i>								
Dia	Horário	Emissividade do material de referência	Temperatura medida no material de referência			Temperatura média do material de referência		Emissividade
			<i>t_{Cl}</i>			<i>t_{Cl}</i>		
22/07/20	12:12 - 13:30	0,97	26,20	26,20	26,20	26,20	26,20	0,7
22/07/20	12:12 - 13:30	0,97*	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	0,9
23/07/20	14:30	0,96	48,80	48,80	48,80	48,80	48,80	0,5
23/07/20	14:30	0,96	45,90	45,90	45,90	45,90	45,90	0,8
25/07/20	8:00 - 9:00	1,00**	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	0,8
25/07/20	8:00 - 9:00	1,00**	18,70	18,70	18,70	18,70	18,70	0,8
25/07/20	8:00 - 9:00	1,00**	18,70	18,70	18,70	18,70	18,70	0,8
06/10/20	8:00 - 9:00	0,96	24,70	24,70	24,70	24,70	24,70	0,5
06/10/20	8:00 - 9:00	0,96	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	0,7
06/10/20	9:30 - 10:00	0,96	29,90	30,70	29,70	30,10	30,10	0,5
06/10/20	10:00 - 10:30	0,96	29,30	29,20	28,80	29,10	29,10	0,5
06/10/20	10:00 - 10:30	0,97	30,30	30,10	29,90	30,10	30,10	0,5
06/10/20	10:00 - 10:30	0,96	30,80	31,80	31,10	31,23	31,23	0,5
06/10/20	11:00 - 12:00	0,96	33,40	32,00	32,50	32,63	32,63	0,5
06/10/20	11:00 - 12:00	0,96	30,80	31,80	31,10	31,23	31,23	0,5
06/10/20	14:30 - 15:30	0,96	48,70	48,70	49,60	49,00	49,00	0,4
06/10/20	14:30 - 15:30	0,96	46,30	46,90	46,00	46,40	46,40	0,5
06/10/20	16:00 - 16:30	0,96	48,90	48,40	49,00	48,77	48,77	0,5
06/10/20	16:00 - 16:30	0,96	45,40	45,50	44,00	44,97	44,97	0,5
06/10/20	17:00 - 17:30	0,96	36,90	37,00	36,60	36,83	36,83	0,8
06/10/20	17:00 - 17:30	0,96	35,90	36,10	34,60	35,53	35,53	0,8
10/10/20	8:00 - 9:00	0,96	15,40	16,30	16,50	16,07	16,07	0,7
10/10/20	8:00 - 9:00	0,97	15,50	14,20	15,60	15,10	15,10	0,8
10/10/20	8:00 - 9:00	0,98	15,20	14,20	14,80	14,73	14,73	0,8
10/10/20	8:00 - 9:00	0,99	15,30	15,00	15,50	15,27	15,27	0,7
10/10/20	8:00 - 9:00	0,96	15,80	17,10	17,90	16,93	16,93	0,8
10/10/20	8:00 - 9:00	0,97	16,40	15,50	15,70	15,87	15,87	0,8
10/10/20	8:00 - 9:00	0,98	15,40	16,20	16,10	15,90	15,90	0,8
10/10/20	8:00 - 9:00	0,99	15,60	14,60	15,40	15,20	15,20	0,8
10/10/20	9:30 - 10:30	0,96	19,90	20,30	19,20	19,80	19,80	0,5
10/10/20	9:30 - 10:30	0,97	18,80	18,30	18,40	18,50	18,50	0,5
10/10/20	9:30 - 10:30	0,98	20,10	18,40	18,30	18,93	18,93	0,4
10/10/20	9:30 - 10:30	0,99	-	-	-	-	-	-
10/10/20	9:30 - 10:30	0,96	19,30	19,20	19,60	19,37	19,37	0,6
10/10/20	9:30 - 10:30	0,97	18,70	19,00	18,60	18,77	18,77	0,7
10/10/20	9:30 - 10:30	0,98	20,30	20,60	20,60	20,50	20,50	0,6
10/10/20	9:30 - 10:30	0,99	20,10	20,00	20,50	20,20	20,20	0,7
10/10/20	11:00 - 12:00	0,96	30,90	31,40	29,70	30,67	30,67	0,4
10/10/20	11:00 - 12:00	0,97	26,30	29,00	28,70	28,00	28,00	0,5
10/10/20	11:00 - 12:00	0,98	29,90	26,80	29,30	28,67	28,67	0,4
10/10/20	11:00 - 12:00	0,99	30,60	27,40	27,90	28,63	28,63	0,5
10/10/20	11:00 - 12:00	0,96	30,30	29,10	29,80	29,73	29,73	0,5
10/10/20	11:00 - 12:00	0,97	28,90	29,60	28,60	29,03	29,03	0,5
10/10/20	11:00 - 12:00	0,98	30,20	30,30	30,30	30,27	30,27	0,5
10/10/20	11:00 - 12:00	0,99	29,50	30,20	29,60	29,77	29,77	0,5

Fonte: Autora, 2021.