

Mayara Regina Sabino
Nascimento dos Santos

Estudos de ensaios destrutivos X ensaios
não destrutivos em edificações históricas:
O CASO DA IGREJA MATRIZ
de Laranjeiras/SE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS

**Estudos de ensaios destrutivos X ensaios
não destrutivos em edificações históricas:
O CASO DA IGREJA MATRIZ
de Laranjeiras/SE**

Laranjeiras/SE, 2025

MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS

**Estudos de ensaios destrutivos X ensaios
não destrutivos em edificações históricas**
O CASO DA IGREJA MATRIZ
de Laranjeiras/SE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Federal de Sergipe, como requisito para
obtenção do título de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Prof. Dr. Éder Donizeti da Silva

Laranjeiras/SE, 2025

MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS

**Estudos de ensaios destrutivos X ensaios
não destrutivos em edificações históricas:
O CASO DA IGREJA MATRIZ
de Laranjeiras/SE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 01 de setembro de 2025 no Campus de
Laranjeiras (UFS) à seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Éder Donizeti da Silva
Orientador
Universidade Federal de Sergipe

Prof. Dr. Ítalo Cesar Montalvão Guedes
Examinador interno
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Laísa F. Santiago Chaves
Examinador externo
Arquiteta e Urbanista

Laranjeiras/SE, 2025

DEDICATÓRIA

*Dedico aos meus pais, **Manuel e Cicera**, o chão firme onde cada passo desta jornada floresceu.*

*E a **todos** que, mesmo com o cansaço nos ombros e o mundo nos bolsos vazios, insistem em abrir os livros como quem abre portas — e resistem, firmes, com o lápis na mão.*

Mayara

AGRADECIMENTOS

Um dia ouvi a frase: “*Quantos vencem se você vencer?*”. Dali em diante, entendi que essa jornada não dizia respeito apenas a mim, aos meus sonhos, fracassos ou sucessos, mas a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que eu não parasse no caminho ao longo desses mais de cinco anos de curso. A todos que se doaram para me ver cruzar a linha de chegada dessa corrida que foi me tornar Arquiteta e Urbanista, o meu mais sincero agradecimento.

Agradeço a Deus, acima de tudo, por tamanha bondade e misericórdia. Vejo o Seu cuidado em todos os momentos. A cada subida e descida no Coopertalse, rumo à cidade de Laranjeiras, Ele estava me fortalecendo e me tornando mais resiliente.

Agradeço aos meus pais, **Manuel** e **Cicera**, que são o alicerce da minha vida. Obrigada por me darem muito além daquilo que receberam. Pai, nunca serei capaz de retribuir todas as vezes que se sacrificou para que não me faltassem os recursos a cada semestre, ou todas as madrugadas que passou me ajudando a terminar minhas maquetes. Mãe, sou grata por cada vez que, ao me ver passar horas estudando, entrava no quarto com meu almoço, ou quando, ao sair bem cedo para a aula, já preparava ao menos um lanche para o longo dia na universidade. Essa conquista não seria possível sem o suporte de vocês.

Agradeço ao meu esposo, **Johnny**, por toda compreensão nos meus dias difíceis, por acreditar em mim, e por ser meu pilar firme diante dos desafios que enfrentei até aqui. Obrigada por ser, tantas vezes, a mão do outro lado da trena nos dias em que eu estava sozinha para fazer uma medição e por ser o melhor parceiro de vida.

Aos meus irmãos, **Gabriele** e **Leandro**, que inúmeras vezes me disseram: “*Você já conseguiu, irmã! Já deu tudo certo!*”. Vocês são como vigas de apoio, que sustentaram meus momentos de fraqueza e desânimo. Amo vocês!

Aos meus **familiares**, por todo incentivo e carinho: carrego muito de cada um de vocês comigo. Essa conquista também é de vocês. Aos meus **amigos** queridos, de curso e de vida, que me acolhem a cada encontro, a cada conversa vocês têm um lugar precioso no meu coração. Em especial, agradeço à minha cunhada **Thauane** e às minhas amigas **Viviane**, **Ana Caroline** e **Emyly**. Muito obrigada, essa conquista também é de vocês!

Agradeço aos professores, em especial ao meu orientador, **Éder Donizeti**, por todas as vezes que me encorajou. Você é exemplo de esforço e dedicação, obrigada por lapidar meu olhar de arquiteta. E, por fim, à banca final, escolhida com carinho. **Prof. Ítalo Guedes**, agradeço pela orientação, tempo e contribuições valiosas durante esta etapa tão importante da minha formação. **Láisa Santiago**, me inspira sua garra e determinação enquanto arquiteta e pesquisadora. Grata por sua escuta atenta e olhar sensível nesta etapa final.

*"Cada grande arquiteto é necessariamente um grande poeta.
Ele deve ser um grande intérprete de seu tempo,
de sua época, de seu momento."*

Frank Lloyd Wright

RESUMO

O presente trabalho surge da necessidade de compreender os métodos de análise aplicados em edificações históricas, especialmente diante da constante discussão entre ensaios destrutivos (ED) e ensaios não destrutivos (END). O objetivo central é construir um estudo comparativo entre essas duas metodologias, tendo como objeto de análise as argamassas da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, localizada na cidade de Laranjeiras, em Sergipe. Busca-se identificar as vantagens e limitações de cada técnica na investigação de patologias construtivas associadas à umidade, cristalizações, leprosidades e outros fenômenos comuns em edificações patrimoniais. Para isso, são retomados conhecimentos tradicionais relacionados às argamassas de “saneamento” restaurador, com o intuito de aprimorar a compreensão dos ensaios e suas aplicações práticas. Por meio da análise dos resultados obtidos, pretende-se refletir criticamente sobre a eficácia de cada abordagem frente às patologias detectadas, com ênfase na patologia de umidade, tendo em vista ser a patologia com mais incidência em edificações históricas, contribuindo para a escolha de métodos mais adequados à preservação do patrimônio edificado.

Palavras-chaves: Patrimônio; Edificações históricas; Patologia das construções; Argamassas; Ensaios não destrutivos (END); Ensaios destrutivos (ED); Umidade; Técnicas de conservação.

RESUME

This work arises from the need to understand the analysis methods applied to historic buildings, especially given the constant discussion between destructive testing (DT) and non-destructive testing (NDT). The central objective is to construct a comparative study between these two methodologies, taking the mortars of the Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus (Mother Church of the Sacred Heart of Jesus), located in the city of Laranjeiras, Sergipe, as the object of analysis. The aim is to identify the advantages and limitations of each technique in the investigation of construction pathologies associated with humidity, crystallizations, efflorescence, and other phenomena common in heritage buildings. For this purpose, traditional knowledge related to "sanitizing" restorative mortars is revisited to enhance the understanding of the tests and their practical applications. By analyzing the results obtained, the intention is to critically reflect on the effectiveness of each approach in addressing the detected pathologies, with emphasis on humidity pathology, given that it is the most common pathology in historic buildings, thus contributing to the selection of methods better suited to the preservation of the built heritage.

Keywords: Heritage; Historical buildings; Pathology of constructions; Mortars; Non-destructive testing (NDT); Destructive testing (DT); Humidity; Conservation techniques.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Patologia de descolamento de parede	34
FIGURA 2 - Patologia de sujidade e manchas em edificação histórica	35
FIGURA 3 - Crosta negra na cúpula da torre da Igreja Matriz	36
FIGURA 4 - Atuação da água em uma edificação	37
FIGURA 5 - Exemplos de fissura, trinca e rachadura	39
FIGURA 6 - Exemplos de eflorescência no interior da Igreja Matriz	40
FIGURA 7 - Exemplos de ataque por vegetação na fachada da Igreja Matriz	41
FIGURA 8 - Metodologia LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal) utilizada na caracterização de argamassas antigas	44
FIGURA 9 - Difrátômetro de raios-X para análise de amostras em pó ou filmes finos do laboratório da UFSM	45
FIGURA 10 - Analisador Térmico da marca METTLER TOLEDO, modelo TGA/DSC ..	47
FIGURA 11 - Peneiras usadas para o ensaio de análise granulométrica.	48
FIGURA 12 - Procedimento de pesagem da peneira com amostra retida	48
FIGURA 13 - Instrumento microscópico de luz refletida PCE-LCM 50	50
FIGURA 14 - Microscópio Eletrônico de Transmissão, marca: JEOL, modelo: JEM 2100	50
FIGURA 15 - Microscópio Eletrônico de Varredura da marca LEO, modelo 440, do IQSC.	51
FIGURA 16 - Pesagem da amostra antes da queima.	52
FIGURA 17 - Amostra na estufa para queima	52
FIGURA 18 - Amostra no dessecador para resfriamento	52
FIGURA 19 - Pesagem da amostra depois da queima	52
FIGURA 20 - Amostra destorroada pronta para ser pesada	56

FIGURA 21 - Amostra destorroada pronta para ser pesada	56
FIGURA 22 - Umedecimento do material destorroado com água deionizada	56
FIGURA 23 - Agitação das partículas para ficarem em suspensão	56
FIGURA 24 - Filtragem da mistura do béquer, sem passar as partículas maiores	56
FIGURA 25 - Equipamento Pundit Ultrasonic Pundit 200 da empresa PROCEQ	61
FIGURA 26 - Tipos de técnicas termográficas: (a) Passiva e (b) Ativa	62
FIGURA 27 - Mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação....	63
FIGURA 28 - Espectro eletromagnético, com indicação de comprimentos de onda e exemplos de utilização	67
FIGURA 29 - Câmera Termográfica modelo FLIR C5	67
FIGURA 30 - Esquema simplificado de uma câmera termográfica genérica, com as etapas do processo de captação de uma imagem termográfica	68
FIGURA 31 - Exemplo de termograma realizado na Igreja Matriz	69
FIGURA 32 - Fotografia convencional capturada pela câmera termográfica.....	69
FIGURA 33 - Plano geral do engenho com pátio, segundo L.L. Vauthier, editada pela autora	73
FIGURA 34 - Pintura de engenho feita por Frans Post em 1660 com hierarquização dos edifícios do engenho e esquema indicando o tripé das relações construtivas dos engenhos.....	74
FIGURA 35 - Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus em 1791	82
FIGURA 36 - Fachada frontal da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus	83
FIGURA 36 - Fachada frontal da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus	83
FIGURA 37 - Frontão reto (clássico) primitivo à direita da imagem; Frontão reto (clássico) primitivo com volutas rampantes sobrepostas à direita da imagem	83
FIGURA 38 - Curvatura abaixo do frontão com friso ornamentado	83

FIGURA 39 - Igreja do Carmo, localizada em Mariana (MG)	85
FIGURA 40 - Portas de acesso e janelas da principal fachada da Igreja Matriz	86
FIGURA 41 - Portas de acesso e janelas da principal fachada da Igreja Matriz	86
FIGURA 42 - Janela rendilhada em formato de quadrilóbulo, também conhecido como óculo, localizado no eixo central da fachada da Igreja Matriz	86
FIGURA 43 - Escada em espiral toda de madeira da Igreja Matriz	87
FIGURA 44 - Sinos no alto das torres.	87
FIGURA 45 - Pia batismal acompanhada de uma bacia, esculpida em pedra.	88
FIGURA 46 - Altar Mor da Matriz do Sagrado Coração de Jesus	90
FIGURA 47 - Altar Mor da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, vista do pav. superior	90
FIGURA 48 - Vista aérea da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus em Laranjeiras, destacada em vermelho e a praça Heráclito Diniz em azul.	91
FIGURA 49 - Planta Baixa - Térreo da Igreja Matriz de Laranjeiras..	92
FIGURA 50 - Planta Baixa - Pav. Superior da Igreja Matriz de Laranjeiras..	92
FIGURA 51 - Planta Baixa - Pav. 2º e 3º Torre da Igreja Matriz de Laranjeiras.....	93
FIGURA 52 - Planta de Cobertura da Igreja Matriz de Laranjeiras..	93
FIGURA 53 - Corte AA da Igreja Matriz de Laranjeiras.....	94
FIGURA 54 - Corte BB da Igreja Matriz de Laranjeiras..	94
FIGURA 55 - Fachada Oeste da Igreja Matriz de Laranjeiras..	95
FIGURA 56 - Fachada Leste da Igreja Matriz de Laranjeiras.....	95
FIGURA 57 - Fachada Sul da Igreja Matriz de Laranjeiras..	96
FIGURA 58 - Fachada Norte da Igreja Matriz de Laranjeiras..	96
FIGURA 59 - Diagrama - Processo para identificação e mapeamento de danos.....	101
FIGURA 60 - Padrão das informações para uma ficha de identificação de danos.....	103

FIGURA 61 - Danos de cabeçalho da ficha de identificação elaborada..	104
FIGURA 62 - Prancha 01/02 - Mapa de Danos das Fachadas Leste e Oeste da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus.....	105
FIGURA 63 - Materiais utilizados nas atividades em campo, para realização de coleta das amostras da Igreja Matriz de Laranjeiras/SE....	108
FIGURA 64 - Planta baixa térreo, em destaque os pontos de coleta das amostras A1 e A4..	109
FIGURA 65 - Planta baixa do pavimento superior, em destaque local de coleta da amostra A2.....	109
FIGURA 66 - Planta baixa do 3º das torres, em destaque ponto de coleta da amostra A3 e A3.1 na torre esquerda da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus..	110
FIGURA 67 - Amostra em Placa de Petri sendo pesada em balança de precisão..	110
FIGURA 68 - Placa de Petri sendo pesada sem a amostra, em balança de precisão	110
FIGURA 69 - Amostras colocadas na estufa para queima.....	111
FIGURA 70 - Estufa regulada para 75° C.....	111
FIGURA 71 - Amostras no dessecador para resfriamento (esquerda).....	111
FIGURA 72 - Amostra seca para pesagem na balança de precisão (direita).....	111
FIGURA 73 - Câmera Termográfica FLIR C5, utilizada para ensaio termográfico na Igreja Matriz.....	117
FIGURA 74 - Foto da tela da Câmera Termográfica FLIR C5 com parâmetros de medição ajustados, antes do ensaio termográfico na Igreja Matriz.....	119
FIGURA 75 - Termograma da amostra A1 realizado na Igreja Matriz.....	120
FIGURA 76 - Termograma da amostra A2 realizado na Igreja Matriz	121
FIGURA 77 - Termograma da amostra A3 e A3.1 realizado na Igreja Matriz.....	122
FIGURA 78 - Termograma da amostra A41 realizado na Igreja Matriz.....	123

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Distribuição das amostras por grupos	113
GRÁFICO 2 - Coeficiente de variação do Teor de Umidade das amostras.....	114
GRÁFICO 3 - Fator de multiplicação do Teor de Umidade das amostras.....	114

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Técnicas de ensaios não destrutivos utilizadas na construção civil	59
TABELA 2 -	Valores típicos de emissividade para alguns materiais	66
TABELA 3 -	Especificações básicas da Câmera Termográfica FLIR C5	68
TABELA 4 -	Tipologias arquitetônicas das capelas no século XVIII	78
TABELA 5 -	Resultado do Teor de Umidade encontrado nas amostras	112
TABELA 6 -	Tabela comparativa entre os resultados de ED e END	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IPHAN Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

FID Ficha de Identificação de Danos

ATG Análise Termogravimétrica

EAA Espectroscopia de Absorção
Atômica

DRX Difração de Raios X

LNEC Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MO Microscopia Óptica

DTA Análise Térmica Diferencial

TGA Análise Termogravimétrica (Thermogravimetric Analysis)

DTG Derivada da Análise Termogravimétrica

DSC Calorimetria Exploratória Diferencial (Differential Scanning Calorimetry)

FRX Fluorescência de Raios X

EDS Energy Dispersive Spectroscopy (Espectroscopia de Dispersão de Energia)

MEV Microscopia Eletrônica de Varredura

IQSC Instituto de Química de São Carlos (USP)

UPTV Unidade de Preservação do Patrimônio Histórico

CECI Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada

CAD Desenho Assistido por Computador (Computer Aided Design)

HSL Hue, Saturation and Lightness (Matiz, Saturação e Luminosidade – modelo de cor digital)

RGB Red, Green, Blue (Vermelho, Verde, Azul – modelo de cor aditivo usado em imagens digitais)

ASTM American Society for Testing and Materials (Associação Americana de Testes e Materiais)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1. CIÊNCIA DA CONSERVAÇÃO E RESTAURO	23
1.1. ENTRE O PASSADO E O FUTURO	24
1.2. TECNOLOGIA DA CONSERVAÇÃO	30
2. ARGAMASSAS E SUAS PATOLOGIAS	33
2.1. HISTÓRICO DAS ARGAMASSAS	34
2.2. EXEMPLOS DE PATOLOGIAS	42
3. ENSAIOS EM EDIFICAÇÕES ANTIGAS	51
3.1. ENSAIOS DESTRUTIVOS (ED)	52
3.2. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (END)	64
4. UMA IMERSÃO HISTÓRICA	77
4.1. SERGIPE E O NASCER DE LARANJEIRAS	78
4.2. IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS	88
5. MAPEAMENTO DAS PATOLOGIAS	104
5.1. FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	105
5.2. MAPA DE DANOS	113
6. ANÁLISE DE UMIDADE DA IGREJA MATRIZ	114
6.1. ENSAIOS LABORATORIAIS	115
6.2. ENSAIOS TERMOGRÁFICOS	124
6.3. ENSAIOS VERSUS UMIDADE	131
CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
APÊNDICES A	142
ANEXOS A	156

INTRODUÇÃO

A Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, assim como outras igrejas presentes na cidade de Laranjeiras, representa uma porção construída que mantém a história e cultura do município. Considerada uma das representações de edificações religiosas mais importantes do Brasil, a Igreja Matriz como a maioria das edificações históricas, padece com frequentes problemas patológicos em suas argamassas. Embora o conhecimento sobre as categorias de patologias em argamassas seja vasto, as técnicas de reconhecimento de amostra in loco, permanentemente se mostram relevantes para identificar e especificar as degradações presentes na edificação. Desse modo, toda e qualquer intervenção que seja feita para realizar reparos e melhorias em bens patrimoniais, necessitam de investigação técnica e ressalvas para que não perca sua história e todo conhecimento que esse tipo de edificação carrega ao longo dos séculos de sua existência.

Na situação da Igreja da Matriz do Sagrado Coração de Jesus, a necessidade de conservação e restauração é evidente, logo se torna ainda mais importante esse trabalho, pois possibilita realizar um estudo comparativos de ensaios destrutivos e ensaios não destrutivos para análise da constituição e comportamento de suas argamassas, e assim encontrar possibilidades de cura.

A atuação do restauro, de acordo com Kanan (2008, p. 42), não se define pela troca dos materiais danificados por materiais iguais aos antigos, mas sim pela troca de materiais com características físico-químicas similares, de forma que se obtenha uma relação entre eles. Sendo assim, para alcançar um estado de autenticidade em uma obra antiga é preciso uma metodologia de estudo, análise e caracterização tanto dos materiais antigos em evidência, quanto do objeto edificado em verificação, bem como as características das argamassas antigas a fim de preparar materiais de restauração compatíveis com os autênticos.

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo comparativo dos resultados dos ensaios destrutivos e não destrutivos que serão aplicados como estudo de caso, através dos métodos científicos obtidos dos referenciais teóricos e por meio das análises coletadas em campo. Paralelamente, também se busca o entendimento de sua história e sua complexa arquitetura, junto à uma sistematização das degradações que atingem atualmente o edifício.

Nesse contexto, os Ensaio Destrutivos (ED) e Ensaio Não Destrutivos (END) emergem como ferramentas essenciais para avaliar a integridade dessas construções. Para isso, dividiu-se o trabalho em seis capítulos. O primeiro capítulo se chama **Ciência da Conservação e Restauro**, que visa apresentar noções da teoria da Conservação e do Restauro, a partir de uma análise das ideias dos principais teóricos do patrimônio cultural, como *Viollet-le-Duc*, *John Ruskin*, *Alois Riegl*, *Camillo Boito* e *Cesare Brandi*, revelando os

princípios fundamentais para a restauração de edificações históricas. Além disso, esse capítulo faz uma breve introdução sobre a Tecnologia da Conservação, apresentando a evolução e avanço contínuo dos métodos de construção, dos materiais empregados nesses processos, e da relevância de compreensão e domínio acerca dos seus parâmetros físicos, químicos e mecânicos desses materiais.

O segundo capítulo se chama **Argamassas e suas Patologias**, neste capítulo será apresentado uma breve abordagem sobre o histórico das argamassas com ênfase nas argamassas com base de cal. Além disso, uma abordagem sobre as principais patologias acometidas em argamassas de edificações históricas, assim como, as causas e consequências ocasionadas por essas degradações, a fim de compreender para melhor recomendar a possibilidade de cura.

No terceiro capítulo, **Ensaio em Edificações Históricas**, propõe destacar os ensaios destrutivos (ED) e ensaios não destrutivos (END) mais realizados no processo de caracterização e avaliação de degradações em argamassas de edificações históricas, especialmente com argamassas de cal. Tal aprofundamento teórico se dará a partir da leitura e pesquisa bibliográfica sobre o tema.

O quarto capítulo deste trabalho, **Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus**, que busca aprofundar sobre o passado, da Igreja Matriz, assim como o impacto do cenário econômico, social e cultural nas influências arquitetônicas da edificação. Além disso, parte deste capítulo compõe o levantamento cadastral, que consiste na coleta das informações gráficas arquitetônicas da igreja.

O quinto capítulo, **Mapeamentos das Patologias**, consiste na análise e identificação dos danos encontrados no objeto de estudo. Para uma melhor compreensão, foram elaboradas fichas de identificação de danos (FIDS), feitas por meio da observação visual e análise in situ da edificação. Com a junção dessas informações foi possível construir um mapa de danos com as patologias encontradas nas principais fachadas e no interior da Igreja Matriz, que contaram com o auxílio visual de imagens feitas pelo autor.

Por fim, **Análise de Ensaio da Igreja Matriz**, uma reflexão dos resultados obtidos da realização dos Ensaio Laboratoriais (ED), dos Ensaio Termográficos (END) no objeto de estudo. Além disso, a análise dos dois métodos de ensaios aplicados na Igreja Matriz, correlacionando seus resultados e contribuições em relação a patologia de Ataque por Umidade, buscando compreender as vantagens e desvantagens presentes em cada metodologia.

As Considerações Finais são responsáveis por apresentar um fechamento do trabalho, avaliando todo o processo construtivo do conhecimento assim como os elementos essenciais para a conclusão deste. Para isto, são considerados os dados obtidos com as pesquisas e as análises empreendidas em laboratório, além de tecer comentários sobre direcionamentos dados ao trabalho e os anseios quanto aos estudos futuros.

Dessa forma, o estudo contribui para a compreensão aprofundada das vantagens e limitações dos ensaios destrutivos e não destrutivos, buscando fundamentar a escolha de metodologias mais adequadas à realidade das edificações históricas, especialmente diante de casos de patologias provocadas pela umidade.

1. CIÊNCIA DA CONSERVAÇÃO E RESTAURO

1.1. ENTRE O PASSADO E O FUTURO

A trajetória humana, desde seus primórdios, é indissociável da natureza. Em uma relação de constante adaptação e transformação, o homem construiu seu habitat. Segundo Pereira (2009, p. 43), os primeiros arquitetos– o pastor, o caçador e o agricultor– moldaram suas moradias em resposta às adversidades climáticas e às demandas de seus modos de vida. A arquitetura, assim, emerge como a primeira manifestação material da interação do homem com o meio ambiente. Ao longo da história, essa relação se complexifica, e a arquitetura passa a ser um espelho da evolução humana, refletindo as mudanças culturais, políticas e econômicas de cada época.

Segundo Costa (1995, p. 15) construção arquitetônica, portanto, não é apenas um abrigo, mas uma narrativa que revela a íntima ligação entre o criador e sua criação. A arquitetura, mais do que simples construções, são documentos que narram a história da humanidade. Desde o seu primeiro traço, as edificações são moldadas pelo contexto em que surgem, absorvendo as características do seu tempo e local. Assim, cada obra arquitetônica é uma espécie de cápsula do tempo, revelando as aspirações, os valores e os desafios de uma determinada sociedade.

Sobre isso, Costa (1995) relata:

“A história da arte mostra que a arquitetura sempre foi parte integrante fundamental do processo de criação artística como manifestação normal de vida. Ela engloba, portanto, a própria história da arquitetura, constituindo-se, então, por assim dizer, no álbum de família da humanidade. É através dela, através das coisas belas que nos ficaram do passado, que podemos, refazer, de testemunho em testemunho, os itinerários percorridos nessa apaixonante caminhada, não na busca do tempo perdido, mas ao encontro do tempo que ficou vivo para sempre porque entranhado na arte” (COSTA, 1995, p. 16).

A prática de documentar e restaurar obras de arte e arquitetura remonta à antiguidade. Inicialmente, limitados a registros pictóricos, como os encontrados na Mesopotâmia, os processos de documentação evoluíram ao longo dos séculos, ganhando maior complexidade e rigor científico.

A partir do Renascimento, com a valorização da cultura clássica e o desenvolvimento de novos métodos de representação, a documentação arquitetônica se consolidou. Foi no século XVI, com a publicação de tratados específicos, que a documentação de edifícios e terrenos se tornou um campo de estudo sistematizado. A carta de um estudioso ao Papa Leão X, nesta mesma época, já evidenciava a importância cultural da documentação, ao destacar o

valor intrínseco das imagens como registros da memória e da identidade. A partir do século XVIII, com o surgimento da arqueologia e de disciplinas dedicadas à conservação e restauração, a documentação tornou-se um elemento fundamental para a preservação do patrimônio cultural.

Foi ao longo do século XIX, que as teorias de preservação e restauro, como já conhecidas hoje, foram moldadas por um conjunto de ideias que emergiram. Nesse contexto, o arquiteto Eugène Viollet-le-Duc, figura central da arquitetura e restauração do século, deixou um rico legado bibliográfico que moldou a compreensão e a prática da conservação do patrimônio cultural. Suas obras, marcadas por uma profunda erudição e um olhar crítico, exploram os fundamentos da arquitetura medieval e oferecem diretrizes para a intervenção em monumentos históricos, destacando-o como um dos principais teóricos. Influenciado pelo desenvolvimento industrial e pelas transformações sociais de sua época, Viollet-le-Duc propôs uma abordagem inovadora para a restauração de monumentos históricos. Para ele, restaurar não era simplesmente reparar ou conservar, mas sim reconstruir a obra em um estado ideal, mesmo que esse estado nunca tenha existido na realidade (VIOUET-LE-DUC, 2006, p. 15).

Essa visão, expressa em sua célebre frase "Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restabelecê-lo em um estado que pode não ter existido nunca em um dado momento", gerou muita discussão e controvérsia. No entanto, suas ideias sobre a importância da análise estrutural e da adaptação dos edifícios a novas funções tiveram grande impacto no campo da conservação do patrimônio cultural (VIOUET-LE-DUC, 2006, p. 17). Para Viollet-le-Duc (2006, p. 22), a restauração era uma atividade complexa que exigia conhecimentos profundos sobre a história da arquitetura e sobre os materiais de construção. O arquiteto francês defendia a realização de estudos preliminares detalhados, que permitissem compreender a evolução histórica do edifício e identificar as causas dos danos. Com base nessa análise, seria possível elaborar um projeto de intervenção adequado, que respeitasse a autenticidade da obra e garantisse sua durabilidade.

“É assim quando se trata, por exemplo, de completar um edifício em parte arruinado; é necessário antes de começar, tudo buscar, tudo examinar, reunir os menores fragmentos tendo o cuidado de contatar o ponto onde foram descobertos, e somente iniciar a obra quando todos esses remanescentes tiverem encontrado logicamente sua destinação e seu lugar, como os pedaços de um jogo de paciência” (VIOUET-LE-DUC, 2006, p. 25).

Ainda em meados dos séculos XIX, John Ruskin, outra grande figura deixava um legado bibliográfico extenso e influente, que abrange desde a crítica de arte até a filosofia social, suas obras marcadas por uma profunda sensibilidade estética e um olhar crítico sobre a sociedade industrial, moldaram o pensamento de gerações de artistas, arquitetos e pensadores.

Em oposição à abordagem intervencionista de Viollet-le-Duc (2006), Ruskin (2008) defendia uma postura conservadora em relação aos monumentos históricos. Para ele, cada edifício era um registro insubstituível de seu tempo e de seus criadores, e qualquer intervenção, por menor que fosse, representava uma adulteração dessa história material. As marcas do tempo, os desgastes e as imperfeições, longe de serem defeitos, constituíam a própria identidade da obra, carregando em si uma narrativa única e autêntica. Assim, Ruskin propunha que os monumentos fossem preservados o mais próximo possível de seu estado original, com intervenções mínimas e sempre respeitando a integridade da obra e a memória que ela encerra. Para Ruskin (2008, *op.cit.*, p. 79) a restauração completa “significa a mais total destruição que um edifício pode sofrer”.

A divergência entre as ideias de Viollet-le-Duc (2006) e Ruskin (2008) gerou um intenso debate sobre os princípios da restauração. Enquanto Viollet-le-Duc era acusado de falsificar a história, Ruskin era criticado por uma postura excessivamente conservadora que poderia levar à ruína dos monumentos. Essa controvérsia entre os dois teóricos continua a influenciar o debate sobre a restauração até os dias de hoje. As ideias de Viollet-le-Duc (2006) e Ruskin (2008) representam dois extremos de um espectro, e a maioria das abordagens contemporâneas busca encontrar um equilíbrio entre a preservação da autenticidade e a garantia da durabilidade dos monumentos.

Além disso é fundamental a menção a contribuição de Alois Riegl, em sua busca por uma fundamentação teórica para a conservação e o restauro, desenvolveu a concretização dos juízos de valor. Essa teoria propõe que cada época possui seus próprios critérios de avaliação estética e histórica, os quais se manifestam em diferentes juízos de valor atribuídos às obras de arte e aos monumentos. Segundo Riegl, tais juízos podem ser classificados em categorias como antiguidade, historicidade, comemoração, atualidade, arte e arte relativa e novidade. Ao atribuir um ou mais desses juízos a um edifício, reconhece-se seu valor cultural e a necessidade de sua preservação Riegl (2014, p. 50).

Na construção da teoria da conservação e restauro tem ainda a contribuição do arquiteto italiano Camillo Boito, que em uma tentativa de conciliar as ideias de Ruskin sobre a preservação do patrimônio com as exigências da prática restaurativa, propôs uma abordagem intermediária. Assim como Riegl e Viollet-le-Duc, ele defendia que as alterações estilísticas sofridas por um edifício ao longo do tempo deveriam ser mantidas, desde que contribuíssem para a compreensão da sua história. No entanto, diferindo de Ruskin, que considerava a ruína como parte natural do ciclo de vida de um edifício, Boito defendia a necessidade de consolidar as partes deterioradas, a fim de garantir a sua preservação a longo prazo, Boito (2008, p. 30):

“Para Boito é necessário “consolidar antes que reparar, reparar antes que restaurar, evitando adições e renovações” 5 . [...] “quando as adições são indispensáveis, por razões estéticas ou outros motivos de absoluta necessidade, devem ser realizadas sobre informações absolutamente certas características e materiais diferentes”.

Boito aponta o restauro como uma intervenção a ser utilizada apenas como último recurso, quando a manutenção, consolidação e reparação não forem suficientes para preservar o edifício. Ele acredita na importância de preservar os monumentos e os acréscimos históricos que adquiriram ao longo dos anos, desde que estes possuam um valor histórico relevante. Para Boito, é fundamental realizar uma análise minuciosa de cada parte a ser restaurada, a fim de determinar a natureza da intervenção mais adequada. É essencial que a distinção entre os materiais originais e os elementos acrescentados ao longo do tempo seja clara, de modo a preservar a autenticidade da obra. Boito propõe três tipos de restauro: o arqueológico, que se concentra na recuperação do volume original do monumento, sem grandes intervenções na superfície, especialmente em edificações da Antiguidade; o pitoresco, que se dedica à preservação da estrutura gótica, valorizando seus aspectos mais característicos; e o arquitetônico, que considera a totalidade do edifício, incluindo suas diferentes fases construtivas, especialmente em monumentos clássicos e barrocos (CHOAY, 1999, p. 55).

Ainda na Itália, destaca-se a atuação de Gustavo Giovannoni, um importante teórico que ampliou o debate sobre a preservação do patrimônio ao considerar a escala urbana. Seu trabalho buscou equilibrar a conservação das cidades históricas com as demandas de renovação e modernização impostas pela sociedade contemporânea. Em suas reflexões, Giovannoni (2013) introduziu conceitos fundamentais como *ambiência histórica*, *repristinação* e *desbastamentos*, trazendo contribuições relevantes para o enfrentamento dos

desafios relacionados à preservação dos centros urbanos antigos. Entre suas propostas, está a ideia de reorganizar o fluxo urbano, desviando as rotas mais intensas de circulação para longe do núcleo histórico, como forma de proteger sua integridade e valor cultural (GIOVANNONI, 2013, p. 58).

Por fim, outro personagem importante nessa construção do saber da conservação e do restauro é Cesare Brandi (1906-1988), afirma que o restauro é reflexo do reconhecimento de uma obra como arte, fazendo com que, segundo suas próprias palavras, a obra de arte e o restauro sejam impossíveis de desassociar, pois é a primeira que determinará a segunda. Dessa forma, os valores estéticos e históricos de uma obra são o que determinam sua importância, sendo sua funcionalidade mera consequência de sua criação. Brandi entendia que a historicidade de uma obra é dupla, partindo do momento de sua criação até o de sua restauração, carrega em si os acontecimentos desse intervalo de tempo que podem ou não terem ficado marcados em sua estrutura. Mas para aqueles que lhe agregaram durante esse tempo: “[...] a restauração deve visar ao restabelecimento da unidade potencial da obra de arte, desde que isso seja possível sem cometer um falso artístico ou um falso histórico, e sem cancelar nenhum traço da passagem da obra de arte no tempo” (BRANDI, 2004, p. 80).

Em sua teoria do restauro, Cesare Brandi propõe uma série de princípios que visam garantir a integridade e a autenticidade da obra de arte. Entre eles, destacam-se: a utilização de materiais que contrastem com os originais nas reintegrações, a fim de evidenciar as intervenções; a realização de limpezas superficiais, evitando a remoção de camadas históricas; a visibilidade das reconstituições, permitindo a distinção entre as partes originais e as repostas; a manutenção das características externas da obra, mesmo em caso de intervenções estruturais; a nova locação como solução excepcional, apenas quando a preservação da obra no local original for inviável; a reversibilidade das intervenções, possibilitando futuras correções ou remoções; a documentação completa de todo o processo de restauro, incluindo registros escritos e imagéticos; e, por fim, a realização de um estudo prévio aprofundado da obra, com levantamentos cadastrais e imagéticos, a fim de subsidiar as decisões técnicas e estéticas (BRANDI, 2004, p.85).

A análise das propostas dos principais teóricos pioneiros do patrimônio histórico revela um conjunto de princípios comuns que norteiam as ações de conservação e restauro. Entre eles, destacam-se: a preferência por medidas preventivas, que evitam a necessidade de intervenções mais invasivas; a mínima intervenção, quando esta se faz necessária; a clara

distinção entre os materiais originais e os utilizados nas intervenções; a reversibilidade das ações de restauro, permitindo futuras correções ou remoções; a preservação do contexto histórico no qual o monumento se insere, compreendendo o ambiente físico e cultural; e a documentação rigorosa de todo o processo, desde o diagnóstico inicial até as intervenções realizadas.

Pelo exposto, a execução de intervenções em bens culturais exige um profundo conhecimento histórico e técnico por parte dos profissionais envolvidos. É fundamental que os responsáveis pelas obras estudem a fundo o objeto, investigando sua história, as técnicas construtivas empregadas, as alterações sofridas ao longo do tempo e os materiais originais utilizados. Essa pesquisa minuciosa permitirá identificar as características originais do bem e, conseqüentemente, definir as intervenções mais adequadas para cada caso. Ao se deparar com um edifício em processo de degradação, é essencial realizar um levantamento detalhado, que inclua a coleta de amostras de materiais, a documentação fotográfica e a elaboração de desenhos técnicos. Essa documentação servirá como base para a elaboração do projeto de restauro e garantirá a preservação da memória material e cultural do bem para as futuras gerações.

1.2. TECNOLOGIA DA CONSERVAÇÃO

Com o avanço contínuo nos métodos de construção, os materiais empregados nesse processo estão em constante evolução, atendendo às crescentes demandas e padrões da sociedade. Nesse contexto, a experimentação e o domínio de materiais naturais desempenham um papel crucial. Um exemplo notável é o uso da terra como material de construção, considerado fundamental para o Brasil por grande parte de sua história (WEIMER, 2012, p. 13). A versatilidade desse recurso natural é destacada, evidenciando sua fácil disponibilidade e manipulação. A partir do emprego natural da terra, surgiram técnicas construtivas inovadoras, incluindo o Adobe e a Taipa, demonstrando a habilidade humana em desenvolver métodos adaptativos de construção.

Além disso, outros materiais, como pedra e madeira, foram incorporados aos processos construtivos ao longo do tempo. Essa trajetória histórica revela a constante busca por soluções construtivas sustentáveis e eficientes, respeitando a natureza e os recursos disponíveis. O conhecimento acumulado ao longo dos séculos sobre o uso de materiais naturais na construção fornece uma base sólida para o desenvolvimento de práticas contemporâneas, alinhadas com as demandas da sociedade atual.

O Adobe e a Taipa representam técnicas de construção simples e essenciais para comunidades que as utilizam, principalmente para habitação. No caso do Adobe, a argila levemente umedecida é compactada em moldes de madeira, podendo ser reforçada com aglomerantes como a cal ou fibras vegetais e animais, como o esterco de vaca, que proporciona liga e proteção contra insetos.

A Taipa, por sua vez, é uma técnica difundida na Região Nordeste e consiste no uso de argila umedecida, aplicada em moldes de madeira e comprimida com um pilão, resultando em uma estrutura resistente após a secagem. No contexto das argamassas, Tavares (2009, p. 20, apud VITRÚVIU, 2007) descreve em seu Tratado a composição básica à base de cal, com proporção de 1 parte de cal para 3 partes de areia. Conforme a NBR 13529 (ABNT, 1995, p. 32), a argamassa é uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, podendo conter aditivos, essenciais para aderência e endurecimento.

Kanan (2008, p. 37) define as argamassas como materiais compostos por aglomerante, agregado e, sendo possível incluir também um aditivo. Os estudos das argamassas antigas são de grande importância para sustentar as adequadas restaurações, com ressalva as argamassas

de cal, muito utilizadas em assentamentos, revestimentos e principalmente em elementos decorativos nas edificações arquitetônicas.

A escolha adequada dos agregados, como areia de diferentes fontes, é fundamental para a aparência e resistência da construção (KANNAN, 2008, p. 82). No cenário da Tecnologia da Conservação e do Restauro, Oliveira (2006, p. 40) destaca o valor de uma argamassa capaz de resistir ao tempo, com boa aderência, trabalhabilidade e compatibilidade visual, além da porosidade necessária para uma permeabilidade adequada. Portanto, compreender essas propriedades e composições de argamassas tradicionais, torna-se fundamental no processo de restauro de edificações históricas, para garantir sua integridade e relevância patrimonial ao longo dos anos.

A escolha adequada dos materiais que compõem uma argamassa, como os tipos de areia, aditivos e aglutinantes, desempenha um papel crucial na qualidade e no desempenho do produto final. A natureza da areia utilizada, que pode variar entre areia de rio, de jazida, de origem marinha (conchas), ou ainda resultante da trituração de tijolos e pedras, influencia diretamente em aspectos como a cor, a textura, a resistência e a porosidade da argamassa. Já os aditivos são responsáveis por alterar características importantes da mistura, como a sua trabalhabilidade, consistência, retração, absorção e até mesmo sua capacidade de difusão da umidade. Além disso, esses aditivos interferem na durabilidade e na resistência do revestimento frente às ações do tempo e às intempéries (KANAN, 2008, p. 16).

Os aglutinantes, por sua vez, são fundamentais para conferir coesão à argamassa, sendo eles os responsáveis pelo endurecimento do material. Entre os mais comuns, destacam-se os aglutinantes à base de cal, amplamente utilizados em construções antigas, e os à base de cimento, cuja aplicação tornou-se mais frequente a partir do século XIX. A argamassa cimentícia apresenta endurecimento mais rápido, baixa porosidade e uma maior retenção de umidade quando comparada àquela feita com cal. Apesar disso, seu uso em edificações históricas não é, necessariamente, inadequado. Em determinadas situações, principalmente quando o substrato apresenta propriedades físico-químicas semelhantes ou superiores à argamassa de cimento, sua aplicação pode ser viável.

No entanto, é preciso cautela. As argamassas tradicionais, utilizadas nas alvenarias antigas, geralmente são mais porosas, o que facilita as trocas de umidade entre a edificação e o ambiente externo. Elas também apresentam comportamentos específicos de dilatação e

retração térmica. Ao se aplicar materiais modernos, como o cimento – que possui baixa porosidade e, portanto, reduz a capacidade de absorção e evaporação da umidade – sobre essas camadas antigas de cal, é comum o surgimento de patologias como fissuras, destacamentos e até a perda de partes do revestimento.

Isso ocorre porque os coeficientes de dilatação e os comportamentos higrotérmicos dos materiais antigos e dos novos não são compatíveis. Cada material reage de forma diferente à variação de temperatura e à presença de umidade, expandindo ou retraindo em proporções distintas. Além disso, o cimento contém sais solúveis que podem migrar para as camadas de cal existentes, provocando reações químicas indesejadas e danos ao conjunto. Conforme apontam os estudos de Veiga e Kanan (2008, p. 50, apud TAVARES, 2007) “[...] contem ainda sais solúveis na sua composição, que irão afectar as argamassas existentes com base em cal, bem como possui elevada resistência mecânica e expansão térmica, o que pode provocar esforços e o surgimento de fissuras, danificando a estrutura antiga composta por materiais menos resistentes”. Já o cimento, por apresentar elevada resistência mecânica e expansão térmica significativa, tende a gerar tensões que resultam em fissuras e comprometem a integridade estrutural de elementos antigos, cujos materiais são, em geral, mais frágeis (KANAN, 2008, p. 52).

As argamassas à base de cal apresentam características bastante positivas no que representam suas propriedades. Kanan (2008) esclarece que tais argamassas:

“[...] desempenham importantes funções na estrutura das alvenarias tradicionais e contribuem para a aparência, como também para a conservação muito eficaz do edifício, pois impedem a deterioração do esqueleto, ao absorverem a agressão dos agentes atmosféricos e possibilitarem a manutenção periódica. Esse sistema de argamassas à base de cal funciona como uma estrutura articulada de juntas de dilatação e deformação capaz de absorver tensões e umidade e atuar como elemento de sacrifício do edifício; da mesma forma, os revestimentos formam uma membrana capaz de absorver agressões atmosféricas e proteger a estrutura interior, que é feita, muitas vezes, com alvenaria excessivamente porosa e irregular” (KANAN, 2008, p. 55).

Dessa forma, torna-se evidente a importância de respeitar as características originais dos materiais em intervenções de restauro. A compatibilidade entre os elementos antigos e os novos deve ser cuidadosamente avaliada, a fim de garantir a preservação da edificação e evitar a aceleração de processos de degradação.

2. ARGAMASSAS E SUAS PATOLOGIAS

2.1. HISTÓRICO DAS ARGAMASSAS

As características das argamassas são determinadas por suas propriedades físicas, químicas e mecânicas. Conforme Rêgo (2008, p. 32), elas podem ser classificadas em adesivas e aglomerantes. As argamassas adesivas, como o próprio nome sugere, possuem alta capacidade de aderência ao substrato, evitando a desagregação. Já as argamassas aglomerantes são responsáveis pela resistência e coesão da estrutura, desenvolvendo propriedades como resistência à compressão e à tração.

No estado fresco, a trabalhabilidade é uma propriedade fundamental, pois facilita o manuseio e aplicação da argamassa. Quando seca, a argamassa deve apresentar resistência mecânica, compacidade, impermeabilidade, constância de volume, aderência e durabilidade, conforme Carvalho (2009, p. 30, apud KOFFS; VENDRUCOLO, 2008).

A ocorrência de patologias nas argamassas pode ser atribuída a diversos fatores, como a qualidade inferior dos materiais ou condições externas desfavoráveis. A escolha criteriosa dos componentes e a definição de um traço adequado são medidas preventivas para garantir a qualidade e durabilidade das argamassas, especialmente aquelas utilizadas em processos de reconstituição.

De acordo com Silva (2019, p. 26, apud PINHO, 2008):

“[...] alguns dos fenômenos mais comuns que ocasionam degradação desses materiais são: a) Tensões superficiais de cristalização; b) Dissolução de componentes solúveis; c) Gelo e de degelo nos pólos; d) Ataques biológicos; e) Vandalismo e Imperícias; f) Choque térmico; g) Stress mecânico; h) Vibração; i) Ações químicas de agentes poluentes; j) Radiação (luz natural e artificial); k) Umidade; etc.”

As patologias em alvenarias são resultado de uma combinação de fatores, como a idade da edificação, as condições climáticas, a qualidade dos materiais utilizados e as técnicas construtivas empregadas (FRANCO, 2020, p. 44, apud BAUER, 1996). É comum encontrar múltiplas patologias em uma mesma edificação, afetando diferentes materiais.

A identificação e análise dessas anomalias são essenciais para a compreensão das causas das degradações e para a definição de estratégias de manutenção e recuperação. O mapeamento de danos, que consiste na representação gráfica das patologias observadas, é uma ferramenta fundamental nesse processo, permitindo visualizar a distribuição e a severidade das lesões (TINOCO, 2009, p. 30). Essa ferramenta auxilia na identificação de

padrões e na correlação entre as diferentes patologias, contribuindo para um diagnóstico mais preciso e completo.

As construções históricas são registros importantes de nossa história, representando investimentos em significados culturais, atuais e sociais. Entretanto, ao longo do tempo, essas estruturas lidam com o desafio contínuo de suportar os impactos das condições climáticas, da utilização diária e das alterações externas. As doenças que emergem nessas construções não são apenas evidências de desgaste, mas também reflexos de interações complexas entre os materiais originais e o ambiente circundante. Entender essas patologias é fundamental para garantir a preservação e a integridade dessas edificações. Para enfrentar essa situação, é essencial que pesquisadores e especialistas em conservação procurem compreender os processos que causam essas falhas e, assim, consigam formular estratégias de restauração e preservação.

O conceito de "patologia", procedente das palavras gregas *pathos* (doença) e *logia* (estudo), está relacionado a desvios do que é considerado natural. Para a medicina, o termo refere-se ao estudo das doenças e suas causas, enquanto na engenharia civil, pode ser entendido como a redução do desempenho previsto no projeto ao longo da vida útil da edificação (TREVISAN, 2003, p. 22). Para Ambrósio (2013, p. 211) “as patologias da construção civil são definidas como sendo os problemas causados pelo uso inadequado de materiais como também pelo envelhecimento destes materiais”.

Ambrósio (2013, p. 211), afirma ainda que:

“As patologias são defeitos que podem acabar comprometendo o desempenho das funções para as quais foi planejada, como também são oriundas de trabalhos maus feitos, de uso de materiais de péssima qualidade ou até mesmo pela mão de obra desqualificada”.

Para Tinoco (2009), a termo patologia, é utilizada pelos profissionais do seu grupo quando tratam das condições de conservação de uma obra. Assim, a patologia do patrimônio construído consiste em verificar as alterações realizadas nas estruturas e/ou funções de uma edificação, cuja origem pode ser endógena ou exógena. A endógena diz respeito às características internas dos materiais, como os processos químicos que surgem dos materiais que foram utilizados, enquanto a exógena diz respeito às influências externas, como o vandalismo, desastres naturais, destruição, a ação de atividades mecânicas, efeitos de metais e da vegetação, assim como do próprio ambiente (TREVISAN, 2003, p. 30).

O tempo e os elementos naturais são os fatores principais associados às manifestações patológicas das edificações históricas. Conforme relembra Lima (et al. 2014 e TREVISAN 2003), a influência dos fatores climáticos e ambientais ao longo dos anos é um dos maiores responsáveis pelo desgaste dos materiais e pela proteção das estruturas de tais edificações, como também, a falta de manutenção, uso inadequado de materiais e o impacto do meio ambiente são fatores responsáveis pelo surgimento de práticas patológicas (TELES, 2010).

A falta de recursos, como juntas de dilatação, impermeabilização e sistemas de derivação, também favorece a flexibilidade das construções (TREVISAN, 2003; TINOCO, 2009). Essas falhas, geradas nos momentos da concepção, execução e utilização das edificações, comprometem a integridade das estruturas, apontando para a necessidade constante de monitoramento e manutenção para garantir a conservação dos bens históricos.

Caracterizando o contexto do estado de Sergipe, região em que se aplica o estudo de caso desta pesquisa, as principais manifestações patológicas que ocorrem nas edificações históricas, destacam-se o descolamento de materiais, sujidade, infiltrações por umidade, fissuras, e a eflorescência. A predominância destas principais patologias em edificações históricas são possíveis de serem verificadas, a partir da leitura de diversos estudos desenvolvidos no CTPR (Centro de Tecnologia da Preservação e Restauro) da Universidade Federal de Sergipe, por meio de projetos aprovados em pesquisas de Iniciação Científica e Tecnológica, publicados em anais e artigos de revistas como: Caracterização das argamassas históricas do centro de tradições do município de Laranjeiras/SE (SILVA et al., 2019); Estudo das argamassas antigas da igreja de N. Sa. do Amparo dos Homens Pardos em São Cristóvão SE/BR (SILVA et al., 2019); O pó cerâmico como aditivo alternativo no restauro de argamassas históricas: o caso da Igreja de Nossa Senhora do Amparo de São Cristóvão SE/BR (SILVA et al., 2021); Estudo das argamassas antigas da igreja de N. Sa do Rosário dos Homens Pretos em São Cristóvão/SE (SILVA et al., 2021); Documentação, conservação e restauração, registro patrimonial: A ruína de Nazaré do Engenho Itaperoá/SE (GOES e SILVA, 2021); Caracterização das argamassas do Convento de São Francisco em São Cristóvão, Sergipe, Brasil (SILVA et al., 2023).

O crescente interesse pela preservação do patrimônio histórico tem mobilizado governos, instituições de proteção ao patrimônio edificado e especialistas da área. Diante disso, as intervenções de restauração em argamassas antigas, especialmente aquelas à base de cal, têm demandado a redescoberta e o aprofundamento do conhecimento sobre as propriedades desse material tradicional. Com o advento e a popularização do cimento Portland, o uso da cal foi gradualmente reduzido, levando ao esquecimento de práticas construtivas importantes relacionadas à sua produção e aplicação. Grande parte desse saber, muitas vezes transmitido oralmente ou baseado na experiência prática, foi deixado de lado e, em muitos casos, sequer chegou a ser completamente sistematizado ou estudado em profundidade.

A necessidade de caracterizar adequadamente as cales utilizadas em processos de restauro tornou-se uma exigência fundamental, especialmente diante dos frequentes casos de incompatibilidade entre os materiais originais e os empregados nas intervenções, o que tem causado sérios danos ao patrimônio histórico. No período colonial brasileiro, a ausência de conhecimento sobre jazidas de pedra levou ao uso inicial de conchas marinhas como principal fonte de cal para a construção civil (KANAN, 2008, p. 19). Essas conchas eram submetidas à calcinação, processo em que são aquecidas a temperaturas elevadas, em torno de 850 °C, moídas e, posteriormente, hidratadas para utilização. Com o aumento da demanda por cal, passou-se a empregar pedras calcárias como matéria-prima, especialmente no Nordeste do Brasil, onde são encontradas com abundância, conforme destaca o *Manual de Conservação de Cantarias* (IPHAN, 2000).

Historicamente, as argamassas de cal utilizavam como agregados diversos materiais disponíveis na natureza, como areias provenientes de rios, jazidas, fragmentos de tijolos, pedras — especialmente mármore dolomíticos — e conchas (KANAN, 2008. p.22). A granulometria dos agregados influenciava diretamente características físicas essenciais da argamassa, como sua cor, textura, porosidade e resistência, afetando tanto sua durabilidade quanto sua aparência final. Além dos agregados, era comum o uso de aditivos orgânicos com diferentes funções. Entre eles, destacam-se os polissacarídeos extraídos de mucilagens vegetais, proteínas como a caseína do leite e a clara de ovo, óleos de origem animal (como o de peixe), vegetal (como o óleo de linhaça), além de gorduras como o sebo. Também se empregavam fibras vegetais, como a palha, e fibras de origem animal, como a crina e até

mesmo o estrume, para melhorar o desempenho e a flexibilidade das argamassas (KANAN, 2008).

Moura (2013, P. 61, adup SANTIAGO, 1991), em sua dissertação de mestrado, realizou experimentos com diferentes aditivos orgânicos, como óleo de baleia, açúcar e sangue de boi. Em seus estudos, observou que esses elementos conferem características particulares às argamassas em que foram aplicados. Os registros apontam que tais aditivos naturais agregam propriedades especiais às misturas, contribuindo para aspectos como maior coesão, resistência e durabilidade dos materiais, características fundamentais para as técnicas construtivas tradicionais.

Quanto ao óleo de baleia, Moura (2013, P. 61, adup SANTIAGO, 1991) observa:

Os ensaios de resistência à compressão demonstraram que as tensões de ruptura suportadas são muito menores nos corpos de prova contendo óleo do que naqueles que não apresentam tal aditivo. Este fato pode ser explicado pelo efeito inibidor da carbonatação sobre as partículas do Ca(OH)_2 (hidróxido de cálcio) criado pelo isolamento do óleo, dificultando a penetração do CO_2 (gás carbônico), retardando ainda mais o lento processo de carbonatação” (SANTIAGO, 1991, p. 45).

Observa-se, portanto, que a crença popular de que o óleo de baleia confere alta resistência à compressão às argamassas de cal não corresponde fielmente à realidade. Contudo, os estudos realizados na dissertação demonstraram que esse aditivo possui a capacidade de aumentar a hidrorrepelência do material, o que explica sua relevância para a durabilidade das alvenarias históricas.

Quanto ao açúcar, Moura (2013, P. 61, adup SANTIAGO, 1991) afirma:

“Os ensaios de resistência ao calor e perda ao fogo demonstraram que este aditivo por si só não aumenta a resistência ao fogo nas argamassas ordinárias, mas funciona satisfatoriamente nas argamassas bastardas cal, barro e areia” (SANTIAGO, 1991, p. 46)

Através de ensaios de envelhecimento acelerado com Na_2SO_4 (sulfato de sódio), [...] este aditivo apresentou maior resistência às intempéries e à ação de expansão de cristalização de sais solúveis em relação aos outros. Outra descoberta feita pela autora foi que tanto as argamassas aditivadas com açúcar quanto aquelas contendo sangue de boi, o ataque biológico é muito intenso. O sangue de boi também favorece a hidrorrepelência quando usado em maiores dosagens (SANTIAGO, 1991, p. 46).

“Rebocos, emboços, pinturas e acabamentos à base de cal, nos monumentos históricos, emprestam funções estruturais importantes às alvenarias, além de boa estabilidade” (MOURA, 2013, p. 61).

[...] esse sistema de argamassas à base de cal funciona como uma estrutura articulada de juntas de dilatação e deformação capaz de absorver tensões e umidade e atuar como elemento de sacrifício do edifício; da mesma forma, os revestimentos formam uma membrana capaz de absorver agressões atmosféricas e proteger a estrutura interior, que é feita, muitas vezes, com alvenaria excessivamente porosa e irregular [...]. (KANAN, 2008, p.18).

Os materiais à base de cal possuem uma estrutura porosa que permite que as paredes, quando molhadas, secam relativamente rápido, evitando assim danos causados por sais solúveis. Essa característica também dificulta o crescimento de organismos biológicos, que dependem da umidade retida nos poros para se desenvolver. Além disso, a microestrutura porosa facilita a circulação do ar, o que promove o processo de carbonatação, transformando gradualmente o hidróxido de cálcio em carbonato de cálcio ao longo do tempo (MOURA, 2013, p. 62).

A cal virgem (CaO), ao ser combinada com água, reage formando hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), liberando uma grande quantidade de calor durante o processo. Após o resfriamento e a secagem, o produto resultante é conhecido comercialmente como cal hidratada, que pode ser utilizada como aglutinante em argamassas e em diversas outras aplicações. A figura 1 ilustra o ciclo da cal, iniciando pela calcinação das matérias-primas, como calcário e conchas marinhas, e finalizando com o retorno à sua forma original em compostos carbonáticos (MOURA, 2013, p. 63).

Já se for encontrado quantidades significativas de carbonato de magnésio em sua composição mineralógica, a cal produzida é denominada dolomítica ou magnesiana. Em comparação com as cales cálcicas comuns, as magnesianas possuem um processo de hidratação mais lento. No entanto, ambas são suscetíveis à ação do gás SO_2 em ambientes poluídos. Embora a cal dolomítica tenha propriedades semelhantes às da cal aérea calcítica mencionada anteriormente, ela difere quimicamente, o que resulta em variações tanto no processo de produção quanto nas reações de cura e na resistência final. Além disso, as argamassas produzidas com cal dolomítica tendem a ser mais plásticas e apresentam maior capacidade de retenção de água (MOURA, 2013, p. 63).

Por fim, se a quantidade de argila ultrapassa 25%, a cal resultante é classificada como hidráulica. Essa classificação se deve ao fato de que o endurecimento das argamassas ocorre, em parte, por meio de uma reação química com a água. Quanto maior a proporção de argila, maior será a capacidade hidráulica da argamassa, ou seja, a água desempenha um papel mais significativo no processo de endurecimento. Além disso, a cal hidráulica pode ser produzida artificialmente, por meio da mistura de cal hidratada aérea com materiais hidráulicos, como o cimento Portland, em processos industriais (MOURA, 2013, p. 63).

Figura 1: Ciclo da cal responsável por conferir resistência às argamassas.



Fonte: KANAN, 2008.

Moura (2013, p. 64, apud OLIVEIRA, 2011) classifica as cales hidráulicas, segundo o índice de hidraulicidade, conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Índice de hidraulicidade.

Classificação	Teor de argila (%)	Índice de hidraulicidade	Tempo de pega
Fracamente hidráulicas	5 a 8	0,10 a 0,16	2 a 4 semanas
Medianamente hidráulicas	8 a 15	0,16 a 0,30	1 a 2 semanas
Francamente hidráulicas	15 a 19	0,30 a 0,40	2 a 6 dias
Eminentemente hidráulicas	19 a 22	0,40 a 0,50	≤ 1 dia

Fonte: OLIVEIRA, 2011.

Esse índice de acordo com Moura (2013, p. 64) pode ser calculada por meio da fórmula:

$$I = \frac{\%SiO_2 + \%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3}{\%CaO + \%MgO}$$

“Dependendo da temperatura de calcinação, os compostos da argila basicamente (sílica e alumina) combinam-se com o cálcio, formando silicatos e aluminatos de cálcio, tornando-se insolúveis em água” (KANAN, 2008, p. 20). Em geral, essa cal apresenta resistência superior às cales aéreas.

A cal, utilizada como aglomerante, tem desempenhado um papel fundamental tanto em construções contemporâneas quanto em projetos de restauração de edificações antigas. Sua versatilidade permite diversas aplicações importantes dentro do campo da construção civil e da conservação do patrimônio. Entre os usos mais comuns, destacam-se as argamassas decorativas, que incluem elementos como estuques, cornijas, ornamentos e pinturas, conferindo valor estético às superfícies.

Também é amplamente empregada em argamassas de assentamento e reconstituição de alvenarias como em fundações, paredes e pisos onde, quando aplicada de forma fluida, é capaz de preencher lacunas e fissuras causadas pela ação do tempo, restaurando a integridade estrutural das partes danificadas. Além disso, a cal é essencial na formulação de argamassas de revestimento, como rebocos, emboços e acabamentos, cuja função principal é proteger os substratos e, ao mesmo tempo, garantir uma aparência harmônica às superfícies das construções (MOURA, 2013, p. 65).

2.2. EXEMPLOS DE PATOLOGIAS

Estas são degradações típicas em edificações de estilo colonial, especialmente em regiões sujeitas a chuvas intensas e prolongadas. Essas especificações climáticas geralmente resultam em umidade ascendente e descendente, que são causadas pela capilaridade e porosidade dos materiais. Além disso, há presença de eflorescências salinas, que apresentam características para a formação de fissuras, rachaduras, descolamentos, manchas e outras degradações biológicas (OLIVEIRA, 2002, p. 37).

O descolamento da argamassa ocorre por afastamento entre o reboco e o suporte (Figura 1). Essa aparência é resultante da tensão superficial da argamassa, que ainda mantém a coesão entre os conglomerados, mas já não é suficiente para garantir a aderência ao substrato. O empolamento, por sua vez, é a variação do reboco, podendo ser voltado tanto para o exterior como para o interior da parede. Quando à convexidade exterior ocorre para fora como um abaulamento, isso tem muito a indicar que o descolamento da argamassa está piorando, especialmente para materiais de baixa resistência, antecedendo o desprendimento do revestimento. E, já o empolamento especial para o interior, ou esmagamento pode ser causado por ações externas tais como ações mecânicas.

Após o processo de empolamento ocorre o desprendimento, que é a separação definitiva da argamassa do suporte, descontinuando porções do revestimento e causando descontinuidade na face superficial. Esse tipo é normalmente proveniente do desprendimento de rebocos que já estão fraturados ou parcialmente deslocados devido ao não desempenho da argamassa na resistência a esforços de flexão. Ao longo do tempo, as reações gravitacionais e as deformações naturais dos materiais podem gerar fraturas, piorando o problema e comprometendo a integridade da edificação.

Outra patologia recorrente em edificações históricas são as sujidade. Os principais exemplos de patologias de sujidade são dadas em virtude de ações antrópicas provocadas muitas vezes por atos de vandalismo, protesto, e pichações que danificam o patrimônio edificado, principalmente quando edificações degradadas se encontram em estado de abandono. Além disso, a ocupação de forma não programada e indevida por moradores de ruas ou pessoas sem teto, também resulta muitas vezes em danos às pinturas, deformações, ficando totalmente vulnerável a atos de vandalismos, prejudicando, além de causar uma poluição estética e visual na construção.

Figura 1: Patologia de descolamento em parede.

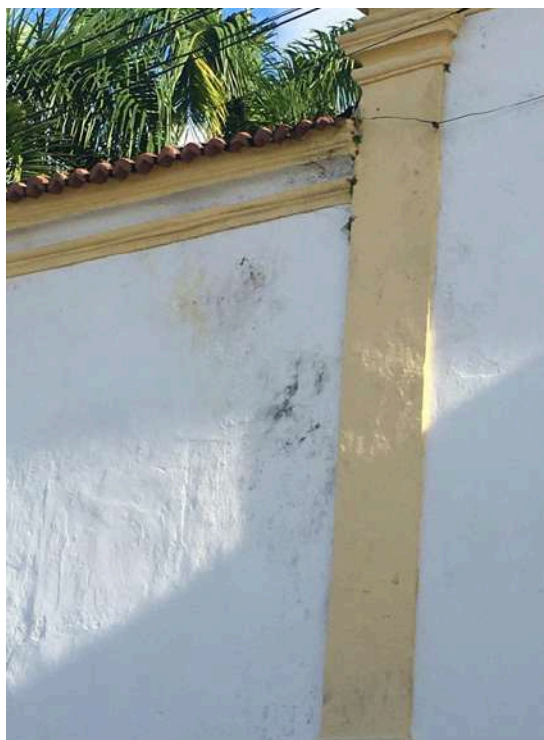


Fonte: Autora (2025).

Existe também a patologia muito próxima a sujidade são as manchas escuras (Figura 2), normalmente encontradas na face externa das edificações históricas, elas se dá pela poluição ambiental em centros arquitetônicos históricos, principalmente no meio urbano, o grande acúmulo de ar poluído das cidades, que combinada com a argamassa molhada faz com que as partículas se depositem nas superfícies formando as manchas que evoluem para crosta negra. A crosta negra, conforme exposto na figura 3, é uma camada impura de espessura composta de depósito "a seco " normalmente por meio da ação dos ventos. Estas impurezas ficam presas na superfície e o contato com o material no local provoca degradação (MOURA, 2013).

Nos espaços urbanos, o ar é composto de partículas de carbono superfina, nomeadas “negras de fumo”, oriundas na maior parte, da queima de combustíveis fósseis, de veículos e caldeiras, e da abrasão dos pneus, contendo também compostos de enxofre e nitrogênio, que impõem uma acidificação da água, a qual passa a ter o poder de solubilizar a cal, transformando-a em bicarbonato de cálcio ou em sulfato de cálcio (TELES, 2010, p. 66).

Figura 2: Patologia de sujidade e manchas em edificação histórica



Fonte: Autora (2025).

O processo ocorre como um ciclo, durante uma madrugada, no momento do ponto de orvalho há o depósito de umidade nas superfícies, junto delas a acomodação nas superfícies das edificações dos compostos de enxofre e de nitrogênio (TELES, 2010, p. 68). Chegando o dia, quando sobe a temperatura, uma significativa parte dessa umidade evapora, deixando na superfície a sujidade e cal solubilizada. A renovação desse ciclo de umidade e seca ao longo dos anos, leva ao aumento de espessura da camada enegrecida chamada de “*crosta negra*”, que por força das chuvas é lavada das superfícies. Todavia os locais em que as chuvas não penetram essa crosta negra permanece ocasionando a erosão superficialmente. Com o passar do tempo, partes como cornijas, relevos, e outros adornos estarão cobertos de crosta negra por outras camadas superficiais (MOURA, 2013, p. 40).

“Nas cidades industrializadas, paira no ar gás sulfuroso como o dióxido de enxofre (SO₂). A água da chuva combina-se com ele, formando ácido sulfúrico (H₂SO₄). Esse processo é também chamado de “chuva ácida”. As pedras calcárias são bastante afetadas por esse fenômeno, que provoca grande desgaste, com perdas apreciáveis das seções resistentes. A impregnação de agentes poluidores, por outro lado, cria uma camada escura, chamada “crosta negra”. (MOURA, 2013, p. 41).

Outra mancha originada nas edificações históricas é o biofilme, “muito parecido com a crosta negra, diferencia-se pela natureza física e química de composição. Enquanto a crosta negra é composta por cargas minerais, o biofilme é formado pela proliferação de organismos vivos” (MOURA, 2013, p. 49).

Figura 3: Crosta negra na cúpula da torre.

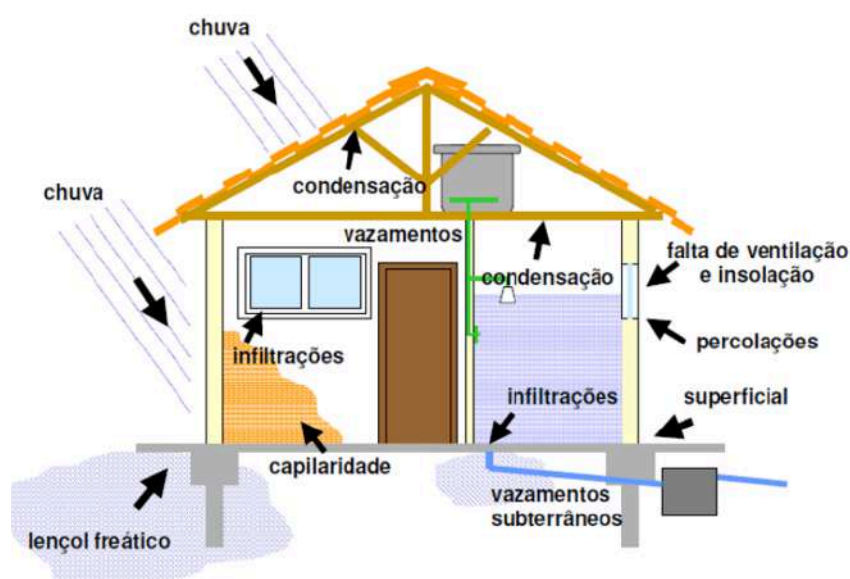


Fonte: Autora (2025).

A umidade é uma das patologias mais comuns em edificações históricas (Figura 4), é causada pela presença de sais, infiltração de água através da fundação, ou por meio das coberturas. Os efeitos da umidade se manifestam com a eflorescência ou acúmulo de vesículas (inchamento de cor branca, preta ou vermelha, que contém umidade), mofo (manchas esverdeadas ou escuras) e, até mesmo, desagregação (MOURA, 2013, p. 36).

A má condução das águas de chuva sobre os telhados e tubos de quedas, ou mesmo danificações nesses elementos, quando internos às paredes, provocam a desestabilização destas, devido à natureza frágil das argamassas de união das pedras. A drenagem superficial tem uma grande importância na preservação do edifício. Alagamentos em contato com as paredes ativam reações químicas que destroem essas estruturas. Além disso, a pressão neutra de saturação do solo diminui a resistência ao suporte de carga (MOURA, 2019, p. 37).

Figura 4: Atuação da água em uma edificação.



Fonte: (TREVISAN, 2003, p. 33, apud SIQUEIRA, 2018).

Segundo Trevisan (2003, p. 32), as fissuras, trincas e rachaduras que aparecem nos revestimentos de construções mais antigas geralmente são causadas por uma combinação de causas relacionadas ao aumento e aos processos químicos da argamassa. Um dos causadores mais significativos para fissuras é a hidratação retardada do óxido de magnésio da cal, que provoca a expansão da argamassa de assentamento. A presença de argilominerais expansivos no agregado também pode causar fissuras horizontais, que vão da superfície e apresentam aberturas de diferentes tamanhos. A cristalização dos sais solúveis também é um fator importante, causando fissuras e movimentação dos elementos construtivos, quando cristalizados nas camadas da argamassa.

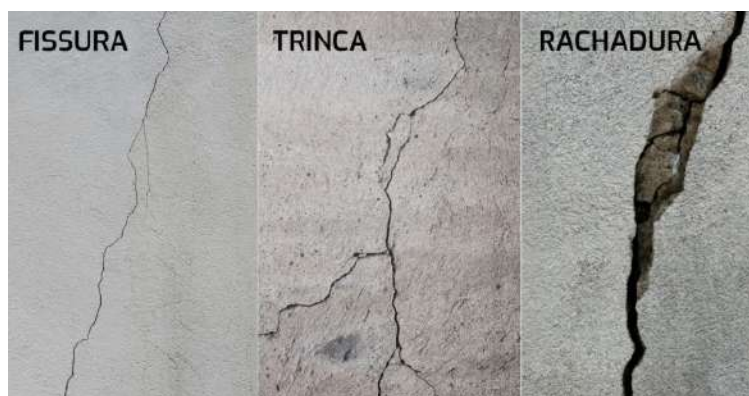
Teles (2010, p. 30) afirma que as fissuras também poderiam ter origem na retração do material, proveniente das tensões internas originadas na argamassa e a retração está ligada, de maneira principal, à perda de água após a aplicação, a hidratação tardia da cal magnésiana e a expansão de outros materiais, como os torrões de argila, que são sensíveis às variações de umidade. Quando materiais com diferentes taxas de dilatação entram em contato, como é o caso da argamassa e os agregados, as mudanças de temperatura podem tornar mais significativas as tensões. Na hipótese de distribuições dessas variantes de forma aquosa pela argamassa, como no caso da perda de água, aparecem fissuras mapeadas, semelhantes a redes

de estradas contorcidas. Mas, se a argamassa for bastante pobre de resistência mecânica, estes processos podem resultar em desagregação do material.

A depender do tipo de fissura, sua presença na edificação causa ainda mais preocupação pela possibilidade de ingresso de água, a qual pode levar adiante um processo de lavagem gradual dos inertes da argamassa e, conseqüentemente, comprometer a estrutura do material, devido a esse intemperismo contínuo em razão da perda de carga da parede correspondente, que a tornaria ainda mais suscetível a outros movimentos e deformações, e a própria água, somando-se à fragilidade já dada pelas fissuras, pode potencializar os danos, incrementando a interferência na edificação ao longo do tempo. Podem ser três manifestações patológicas comuns em elementos de alvenaria e concreto: fissura, trinca e rachadura (Figura 5), cada uma com características e gravidades distintas (TELES, 2010, p. 38).

O primeiro é a fissura abertura superficial mais leve entre as três. Normalmente é fina (menor que 0,5 mm), superficial e restrita à camada de revestimento (reboco ou pintura). Apesar de não comprometer a estrutura, pode indicar movimentações iniciais e permitir a entrada de umidade, afetando o desempenho da edificação a longo prazo. A segunda é a Trinca, mais profunda e larga que a fissura, pode atingir o material base (alvenaria ou concreto), sendo um sinal de maior movimentação ou recalques diferenciais. A trinca já merece maior atenção, pois pode evoluir e comprometer a durabilidade e segurança da estrutura. A terceira é a rachadura, que representa o estágio mais grave. É uma abertura significativa que, em muitos casos, atravessa completamente o elemento estrutural. Indica falhas severas, como esforços excessivos, problemas de fundação ou falta de juntas de dilatação, podendo levar à perda de estabilidade do sistema construtivo (TELES, 2010, p. 39).

Figura 5: Exemplos de fissura, trinca e rachadura.



Fonte: Autora (2025).

A eflorescência (Figura 6), simplificada, pode ser vista como a expressão de depósitos de sais minerais na superfície das paredes e dos revestimentos. Estes sais, solúveis em água, surgem principalmente nas alvenarias, formando as manchas brancas visíveis (GUIMARÃES, 2009, p. 19). Trevisan (2003, p. 37), por sua vez, afirma que dentre os principais fatores responsáveis pela contaminação dos sais nas argamassas de revestimento, estão a combinação dos materiais de construção, com o uso dos aditivos dos produtos de limpeza, a aplicação de produtos alcalinos como os silicatos de sódio e potássio para exclusão ou solidificação de materiais de vedação e, não menos responsável, a poluição do ar, principalmente por enxofre proveniente de combustíveis, que juntamente com o ar durante a combustão, produz o dióxido de carbono.

Essa situação ocorre quando a água com os sais dissolvidos migra dos materiais do revestimento ou das paredes até a superfície através dos poros. A água, que advém do solo ou de fontes proximais, leva esses sais até o revestimento. Após a evaporação da água da superfície, os sais se cristalizam e aumentam de volume, deixando essas marcas características (GUIMARÃES, 2009, p. 20). A cristalização dos sais solúveis é um dos principais fatores responsáveis pela proteção dos materiais porosos. Quando a água dos sais evapora, produz-se a cristalização dos sais, provocando uma expansão volumétrica. Isso causa o desgaste dos materiais e, muitas vezes, provoca destruição das peças estruturais.

O ciclo de molhagem e secagem contínuos vai alternando sempre entre liquidificar e solidificar os sais, crescendo a manipulação. As argamassas mais porosas e permeáveis são as que mais estão sujeitas ao aparecimento da eflorescência, pois permitem passar mais solução, favorecendo a evaporação da água. Em condições de maior evaporação ocorre a cristalização mais profunda da parede, enquanto a expansão dos cristais e a manipulação dos fins dos poros. Inversamente, em situações de menor evaporação, a solução de sais tende a se concentrar sobre a superfície, formando eflorescência e provocando danos de mais fácil reparação. (GUIMARÃES, 2009 p. 25).

Existe ainda uma variação da eflorescência, chamada de criptoflorescência, que ocorre quando os sais aparecem abaixo dos revestimentos. Ela se dá quando a taxa de evaporação é muito maior que a taxa de ascensão da solução, o que provoca o acúmulo de sais, sob os paramentos. Ela pode se manifestar entre a face exterior do reboco e a camada da pintura, comprometendo a aderência da tinta. Pode também aparecer dentro da camada do reboco, levando à perda da coesão do material, que se torna pulverulento. (GUIMARÃES, 2009, p. 21).

Figura 6: Exemplos de eflorescência no interior da Igreja Matriz.



Fonte: Autora (2025).

A presença constante de umidade aliada à porosidade dos materiais construtivos cria um ambiente favorável ao surgimento de diversas formas de degradação biológica, também chamada de ataque por vegetação (Figura 7). Micro-organismos como fungos, líquens e bactérias tendem a se proliferar nessas condições, deteriorando progressivamente as superfícies das edificações. Além disso, plantas de pequeno porte também podem se fixar nessas estruturas, aproveitando a umidade e as condições favoráveis ao seu crescimento. Embora inicialmente pareçam inofensivas, essas plantas podem causar sérios danos, pois suas raízes, ao se expandirem, exercem pressão sobre o material, gerando fissuras, deslocamentos e outros tipos de desgaste. Animais também contribuem para esse processo de deterioração. O acúmulo de fezes e resíduos orgânicos em áreas de difícil acesso, por exemplo, intensifica o processo de degradação dos materiais e compromete a durabilidade das construções.

Portanto, a ação de organismos vivos, tanto vegetais quanto animais, deve ser considerada um fator importante nas análises de patologias construtivas (TELES, 2010, p. 59).

Figura 7: Exemplos de ataque por vegetação na fachada da Igreja Matriz.



Fonte: Autora (2025).

3. ENSAIOS EM EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS

3.1. ENSAIOS DESTRUTIVOS (ED)

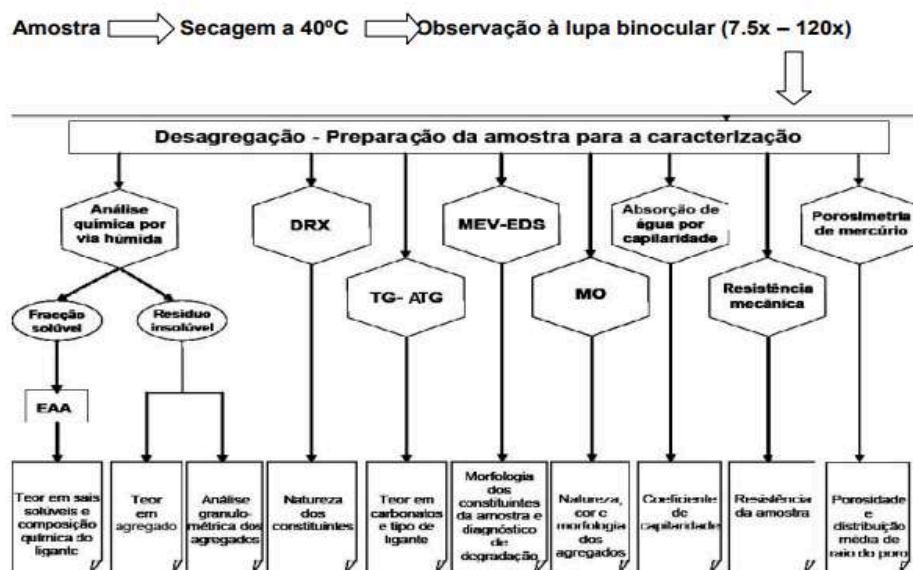
Os ensaios destrutivos são modelos de ensaios que visam testar as propriedades mecânicas e estruturais dos materiais, por cargas ou esforços que incitam à falha ou destruição do material aplicado. A importância destes ensaios se dá pela necessidade de entender o comportamento dos componentes em condições extremas, de modo a garantir que os materiais satisfeitos sejam as exigências necessárias para segurança e durabilidade. Esse tipo de ensaio fornece dados fundamentais sobre ductilidade, resistência à fadiga dos materiais, composição física e química e outros, mas como o próprio nome indica, sua realização exige a coleta do material a ser analisado e causam danos permanentes nos corpos de prova submetidos a estes ensaios, limitando a quantidade de vezes em que os mesmos podem ser utilizados.

Na sua maioria, as edificações históricas são construídos com argamassa de cal e alguns deles exigem cuidados técnicos especiais, em suas intervenções de restauração, esses materiais devem possuir compatibilidade física e química com os materiais originais, dessa forma, análises devem ser feitas para garantir a semelhança granulométrica dos agregados e a identificação da cal utilizada na edificação (MOURA, 2013, p. 62).

Como afirma Kanan (2008, p. 37) “[...] as intervenções de conservação e restauração das alvenarias históricas requerem o entendimento dos materiais que sobreviveram e dos que vão ser utilizados nas obras de reconstituição, que devem ser compatíveis”.

Antigamente, o maior obstáculo para a eficácia das restaurações era a falta de métodos adequados para caracterizar as argamassas antigas. Entretanto, em decorrência dos avanços tecnológicos dos dias atuais, é possível obter uma visão detalhada das composições granulométricas, das características químicas dos elementos e dos parâmetros físicos, por intermédio de técnicas como difração de raios X (DRX); análise termogravimétrica (ATG); microscopia óptica (MO); espectrofotometria de absorção atômica (EAA); potenciometria; gravimetria; absorção de água por capilaridade; resistência mecânica e porosimetria de intrusão de mercúrio, dentre outras técnicas que podem ser aplicadas. Em seguida, apresentam-se alguns desses ensaios, que podem referir sua utilização como metodologia (Figura 8) adotada e desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, em Portugal, para a caracterização de amostras (MOURA, 2013, p.65).

Figura 8: – Metodologia LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal) utilizada na caracterização de argamassas antigas.



Fonte: (MOURA, 2013, adaptado de Veiga et al. (2001).

A difratometria de raios X é uma das técnicas mais utilizadas para a caracterização da microestrutura de materiais cristalinos. As ciências que envolvem esses materiais, como geologia, engenharia civil, mineralogia, metalurgia, engenharia de minas, engenharia química e outros ramos correlatos, obtiveram grandes avanços a partir de seu emprego. No caso das argamassas, consegue-se identificar os componentes do agregado e do aglomerante, fazer o rastreamento para a existência de pozolânicos e de alteração (MOURA, 2013, p. 67).

Trata-se de um método um ensaio destrutivo, baseado na interação dos raios X com os átomos presentes nos planos cristalinos de um material. Quando um feixe de raios X incide sobre a superfície de uma amostra sólida, geralmente em forma de pó fino, os átomos do material provocam a difração dos raios, gerando padrões específicos que podem ser registrados por um detector. Esses padrões, compostos por picos em diferentes ângulos e intensidades, funcionam como uma espécie de “impressão digital” do material, permitindo sua identificação com base em bancos de dados cristalográficos (MOURA, 2013, p. 67).

O princípio físico que fundamenta a DRX é descrito pela Lei de Bragg, expressa pela equação:

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

Onde:

- n = número inteiro (ordem de difração)
- λ = comprimento de onda dos raios X
- d = distância entre os planos atômicos do cristal
- θ = ângulo de incidência dos raios X

A análise dos picos obtidos permite determinar características como a composição mineralógica, o tipo de estrutura cristalina, o grau de cristalinidade, além de fornecer informações sobre tensões internas, tamanho médio dos cristais e possíveis deformações na rede. No campo da conservação e restauração do patrimônio histórico, a DRX (Figura 9) tem papel fundamental. Por meio dela, é possível identificar com precisão os constituintes presentes em argamassas, cerâmicas, pigmentos, pedras e outros materiais de construção históricos. Essa identificação permite a escolha criteriosa de materiais compatíveis para intervenções, promovendo a preservação da integridade física e estética do bem cultural, além de orientar práticas mais sustentáveis e respeitosas às características originais das edificações (MOURA, 2013, p. 66).

Figura 9: Difrator de raios-X para análise de amostras em pó ou filmes finos do laboratório da UFSM.



Fonte: (UFSM, 2021).

Outro exemplo de ensaio destrutivo é a termogravimetria (TGA) e análise térmica diferencial (DTA), essa técnica laboratorial complementa e aprimora a identificação mineralógica, possibilitando a avaliação de diversos teores sobre quais minerais são encontrados em argamassas históricas. possibilita distinguir e quantificar os diversos compostos de Cálcio e Magnésio, quantificar e fazer a caracterização dos carbonatos de cálcio e de magnésio e do tipo do aglomerante. A análise termoanalítica que combina termogravimetria (TGA) e análise térmica diferencial (DTA) é amplamente utilizada na caracterização de materiais, permitindo o monitoramento simultâneo de variações de massa e de eventos térmicos que ocorrem quando uma amostra é submetida a um programa de aquecimento controlado (Figura 10). A termogravimetria (TGA) consiste em registrar, ao longo do tempo, a variação da massa da amostra em função da temperatura. A curva obtida revela as etapas de perda ou ganho de massa, associadas a processos como desidratação, decomposição térmica, oxidação ou liberação de voláteis. Associada à TGA, a curva derivada (DTG) evidencia com maior clareza os pontos de inflexão da perda de massa, ou seja, as temperaturas exatas onde ocorrem as mudanças mais intensas (MOURA, 2013, p. 66).

Já a análise térmica diferencial (DTA) mede a diferença de temperatura entre a amostra e um material de referência submetido ao mesmo regime térmico. Essa técnica permite identificar fenômenos endotérmicos (que absorvem calor) e exotérmicos (que liberam calor), mesmo quando não ocorrem alterações na massa. Assim, é possível detectar eventos como fusão, cristalização, transições de fase, entre outros.

A combinação de TGA e DTA em um único ensaio é particularmente útil porque permite correlacionar eventos térmicos com alterações de massa, tornando a interpretação dos dados mais robusta. Por exemplo, uma perda de massa acompanhada de um pico exotérmico pode indicar uma reação de decomposição exotérmica. Da mesma forma, um pico endotérmico sem perda de massa pode ser atribuído a uma transição de fase física, como a fusão. As curvas geradas nesses ensaios geralmente representadas graficamente com a temperatura no eixo horizontal e a massa, derivada da massa ou diferença de temperatura no eixo vertical são fundamentais para o estudo de propriedades térmicas de materiais em diversas áreas, como química, engenharia de materiais, farmacologia, arqueometria e conservação de bens culturais (MOURA, 2013, p. 67)..

Figura 10: Analisador Térmico da marca METTLER TOLEDO, modelo TGA/DSC.



Fonte: (USP, 2025).

Mais um tipo de ensaio destrutivo é Análise granulométrica e química dos agregados. Falando primeiro da análise granulométrica dos agregados, ela é essencial especialmente, em obras de restauração que envolvem argamassas históricas. A compatibilidade entre a distribuição dos diâmetros dos grãos da argamassa original e da argamassa de teste desempenha um papel fundamental para garantir a semelhança e a integração visual e estrutural do reparo.

Além disso, a análise química por via úmida permite estimar a proporção entre o aglomerante e os agregados de origem não calcária, contribuindo para uma composição mais fiel à mistura original. Esse procedimento é fundamental para avaliar a adequação dos agregados às especificações técnicas, garantindo propriedades como trabalhabilidade, resistência e durabilidade do concreto ou argamassa produzida.

A granulometria é obtida geralmente por meio de peneiramento (Figura 11), em que as partículas são separadas conforme o diâmetro das malhas das peneiras, permitindo a elaboração de curvas granulométricas que indicam a porcentagem acumulada de material retido em cada faixa de tamanho (MOURA, 2013, p. 67).

Efetuando o peneiramento, deve ser feita uma pesagem de cada peneira com a amostra retida, como visto na Figura 12 para que ao subtrair o valor do peso da peneira obtenha-se o valor do peso da amostra retida nela. O resultado é obtido através da aplicação da equação:

$$\% \text{ RETIDO} = \frac{\text{PESO DA AMOSTRA RETIDA}}{\text{PESO TOTAL DA AMOSTRA}} \times 100$$

Figura 11 (esquerda): Peneiras usadas para o ensaio de análise granulométrica.
Figura 12 (direita): Procedimento de pesagem da peneira com amostra retida.



Fonte: (Grupo de Pesquisa, 2024)

Já a análise química dos agregados tem como objetivo identificar a composição elementar e mineralógica do material, verificando a presença de substâncias que podem influenciar negativamente o desempenho do concreto, como matéria orgânica, sulfatos, carbonatos ou elementos químicos agressivos. Essa análise é realizada por técnicas laboratoriais variadas, como fluorescência de raios X (FRX), difratometria de raios X (DRX), ou métodos químicos clássicos. Conhecer a composição química dos agregados permite prever reações indesejáveis, como a reação álcali-agregado, que pode comprometer a durabilidade das estruturas. Assim, a correta caracterização granulométrica e química dos agregados é essencial para o controle de qualidade na produção de concretos e argamassas, garantindo o desempenho esperado das construções e evitando problemas futuros relacionados à resistência e à durabilidade (MOURA, 2013, p. 67).

No contexto do campo da microscopia é possível citar três tipos de ensaios: Microscopia óptica com luz refletida, óptica de transmissão e eletrônica de Varredura. A microscopia óptica com luz refletida (Figura 13) utiliza feixes de luz que incidem sobre a superfície da amostra e, ao serem refletidos, formam a imagem observada no microscópio. Essa técnica é indicada principalmente para materiais opacos, como metais, rochas e

cerâmicas, pois permite visualizar estruturas de superfície, como texturas, trincas, fases e inclusões. É uma técnica relativamente simples e acessível, que fornece informações importantes sobre o estado superficial de materiais polidos e preparados adequadamente (MOURA, 2013, p. 68).

Por sua vez, segundo Moura (2013, p. 68) a microscopia óptica de transmissão (Figura 14) exige amostras extremamente finas e translúcidas, pois a imagem é formada pela luz que atravessa o material. Ela é amplamente utilizada em áreas como biologia, mineralogia e petrografia, permitindo observar detalhes internos da microestrutura, como granulação, contatos entre partículas, zonas de alteração e porosidade. Essa técnica exige um preparo rigoroso das lâminas, com espessuras típicas da ordem de 30 micrômetros ou menos. Neste processo, é utilizado o microscópio petrográfico. Lâminas delgadas de argamassas antigas, quando são analisadas, permitem apontar os constituintes mineralógicos, incluindo aditivos orgânicos e inorgânicos, como materiais pozolânicos e formação de minerais secundários como sais. Concede também as relações texturais/espaciais entre os componentes da argamassa (porosidade, presença de fissura).

Já a microscopia eletrônica de varredura (MEV) é uma técnica mais avançada (Figura 15), que utiliza um feixe de elétrons para varrer a superfície da amostra. A interação dos elétrons com os átomos do material gera sinais (como elétrons secundários e retroespalhados) que são coletados para formar imagens com altíssima resolução, além de fornecer informações topográficas, morfológicas e até mesmo químicas, quando acoplada a um sistema de espectroscopia por dispersão de energia (EDS). A MEV é amplamente utilizada em estudos de falhas, análise de superfícies e caracterização de materiais complexos em escalas nanométricas.

Assim, as três técnicas se complementam. Enquanto as microscopias ópticas (refletida e transmitida) oferecem análise qualitativa com menor resolução, porém com preparo mais simples e custo reduzido, a microscopia eletrônica de varredura amplia significativamente o poder de investigação, permitindo análise detalhada em nível micrométrico e submicrométrico (MOURA, 2013, p. 68).

Figura 13: Instrumento microscópico de luz refletida PCE-LCM 50.



Fonte: (PROFILAB24, 2025).

Figura 14: Microscópio Eletrônico de Transmissão, marca: JEOL, modelo: JEM 2100.



Fonte: (USP, 2025).

Figura 15: Microscópio Eletrônico de Varredura da marca LEO, modelo 440, do IQSC.



Fonte: (USP, 2025).

Ainda dentro do cenário dos ensaios destrutivos (ED) existem alguns ensaios mais tradicionais e com menor uso de equipamentos tecnológicos e sofisticados, como ensaio de umidade e ensaio de traço, que também podem ser desenvolvidos em laboratório.

Para o desenvolvimento deste trabalho a abordagem desses ensaios são de suma importância para fornecer informações importantes sobre o material analisado. Tendo em vista que dentre as principais patologias acometidas em edificações históricas, a umidade está sempre presente como um problema. Por decorrência dessa situação muitas outras patologias e anomalias desenvolvem-se, comprometendo as estruturas das argamassas e alvenarias das edificações de modo geral. “A degradação por umidade é um dos fatores causadores dos maiores problemas de anomalias que as edificações enfrentam”. (SILVA, 2013, p. 84),

O Ensaio de umidade é uma técnica que permite medir o teor de umidade que cada amostra coletada possui, para isto depositado uma porção da amostra coletada em Placas de Petri (previamente limpas e secas) para a pesagem do material antes de levá-lo por um processo de queima na estufa à uma temperatura de 75°C (Figuras 16, 17 e 18) por um tempo de vinte e quatro horas para posteriormente serem resfriados em um dessecador por quinze minutos, com sílica para impedir a absorção da umidade do ar (Figura 19), só assim ser novamente pesados. Vale ressaltar que deve ser subtraído o peso da Placa de Petri para encontrar a porcentagem de umidade da amostra. Dessa forma, aplica-se a equação:

$$\% U = \frac{(PU - PS)}{PS} \times 100$$

Onde,

- PU representa o peso úmido da amostra;
- PS representa o peso seco da amostra;
- $\%U$ representa o Teor de Umidade da amostra;

Figura 16 (primeira à esquerda): Pesagem da amostra antes da queima.

Figura 17 (primeira à direita): Amostra na estufa para queima

Figura 18 (primeira à esquerda): Amostra no dessecador para resfriamento.

Figura 19 (primeira à direita): Pesagem da amostra depois da queima.



Fonte: (PIBIC, 2024).

Por fim, finalizando os exemplos de ensaios destrutivos (ED), o ensaio de traço. Essa técnica permitirá definir a proporção dos constituintes da mistura, como por exemplo: cal, agregados, miúdos e agregados graúdos, encontrando ao final uma espécie de passo a passo para uma reconstituição da argamassa original.

Segundo Silva (2013, p. 90), o procedimento padrão para esse momento consiste em alguns passos. Primeiro é realizada a moagem ou destorroa a amostra de maneira que não quebre os grãos de areia em um gral de porcelana e depositá-las em amostras em placas devidamente limpas e secas.

O segundo processo é colocar as amostras para secar por vinte e quatro horas em uma estufa a uma temperatura de 75°C. Após o processo na estufa, é colocado em um béquer de 100 ml previamente pesado uma porção de 10g da sua amostra e umedecer com água deionizada. A esse béquer é adicionado também 50ml de HCl 1:4 e deixar em digestão até que todo o ligante se dissolva, para identificar esse processo é acrescentado ácido clorídrico P.A. até que não exista mais a formação de bolhas.

Em caso afirmativo, colocar mais ácido, até que isto não ocorra. Adicionar cuidadosamente água deionizada sobre o material e agitar o béquer para que as partículas finas fiquem em suspensão. Em seguida, despejar cuidadosamente o líquido com o material suspenso sobre o papel de filtro, previamente pesado, tendo o cuidado para não deixar que as partículas maiores também passem e repetir esse processo até que a água da lavagem fique limpa. Por último levar o material retido no filtro correspondente aos grãos finos que devem ser levados a estufa no próprio filtro e os grãos acondicionados no béquer, à mesma temperatura de 75°C, por mais vinte e quatro horas, para em seguida ser resfriados em um dessecador e novamente pesados.

Feito todo esse processo, para se obter o percentual de grãos finos, grossos, ligantes e o possível traço da argamassa analisada, se faz necessário a aplicação das seguintes fórmulas:

$$\text{FINOS} - \% \text{ MASSA TOTAL} = \frac{\text{PESO DOS FINOS}}{\text{PESO DA AMOSTRA}} \times 100$$

$$\text{GROSSOS} - \% \text{ MASSA TOTAL} = \frac{\text{PESO AREIA ENCONTRADA}}{\text{PESO DA AMOSTRA}} \times 100$$

$$\text{MASSA DO CARBONATO} = \text{PESO DA AMOSTRA} - (\text{PESO DOS FINOS} + \text{PESO DA AREIA})$$

$$\text{MASSA DO HIDRÓXIDO} = \frac{\text{MASSA DO CARBONATO} \times 74}{100}$$

Onde,

- PESO MOLECULAR Ca(OH) = 74
- PESO MOLECULAR CaCO_3 = 100

Para chegar ao traço mais provável, também é aplicada uma equação, sendo ela:

$$\text{TRAÇO MAIS PROVÁVEL} = \frac{\text{MASSA DO HIDRÓXIDO}}{\text{MASSA DO HIDRÓXIDO}} : \frac{\text{MASSA DOS FINOS}}{\text{MASSA DO HIDRÓXIDO}} : \frac{\text{MASSA DA AREIA}}{\text{MASSA DO HIDRÓXIDO}}$$

As imagens abaixo ilustram algumas das etapas do processo do ensaio de traço apresentado.

Figura 20 (esquerda): Amostra destorroadada pronta para ser pesada. Figura 21 (centro): Pesagem de 10g de amostra. Figura 22 (direita): Umedecimento do material destorroadado com água deionizada.



Fonte: (Grupo de Pesquisa, 2024).

Figura 23 (esquerda): Agitação das partículas para ficarem em suspensão.
Figura 24 (direita): Filtragem da mistura do béquer, sem passar as partículas maiores.



Fonte: (Grupo de Pesquisa, 2024).

3.2. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS (END)

Os Ensaio Não Destrutivos (ENDs) constituem em técnicas de inspeção não invasivas que permitem a análise de estruturas e materiais sem que seja necessário a coleta do material, ou seja sem causar qualquer tipo de dano à região examinada. Esses métodos permitem o monitoramento contínuo de uma determinada área ao longo do tempo, por meio da coleta de dados no mesmo ponto ou em regiões próximas. Em geral, os ENDs não mensuram diretamente a propriedade desejada; esta é inferida por meio de correlações com outra grandeza física observada durante a realização do ensaio. Esses fenômenos físicos interagem com o material de forma a não alterar suas funções nem suas características estruturais e funcionais originais (SILVA, 2020, p. 7).

O procedimento básico para a realização de um Ensaio Não Destrutivo (END) tem início com a seleção do meio de análise, ou seja, do equipamento responsável pela captação do sinal. Em seguida, é realizada a alteração controlada do meio em que o material ou estrutura será avaliado, seja ela de origem natural ou artificial, de modo que não comprometa as propriedades do material analisado. A partir de um detector sensível, são coletados sinais que, posteriormente, são comparados a padrões previamente estabelecidos para o material em questão. O estudo dessas informações cabe ao observador, cuja função é interpretar eventuais alterações nos sinais, a fim de identificar possíveis anomalias estruturais ou funcionais daquele material em inspeção (SILVA, 2020, p.8).

De acordo com Castro (2009, p. 30), os ensaios não destrutivos podem ser classificados conforme sua aplicação prática, em três finalidades principais: a primeira está relacionada à estimativa das propriedades mecânicas dos materiais diretamente na obra; a segunda tem como foco a detecção de anomalias que não são visíveis a olho nu; e a terceira visa compreender o comportamento estrutural, tanto de elementos isolados quanto do sistema como um todo. Essa análise pode ser aplicada ainda durante o processo de construção, contribuindo não apenas para a prevenção de falhas futuras, mas também para a economia de recursos. Além disso, evitam intervenções posteriores que poderiam comprometer o uso adequado do espaço e gerar desconforto aos usuários.

Para além do diagnóstico, esses ensaios são fundamentais para a tomada de decisões de intervenções no campo do restauro e da conservação, oferecendo dados confiáveis que servem de norte. O uso dos ENDs, nessa situação, não se limita ao aspecto técnico, mas se insere em uma prática mais ampla de gestão consciente do patrimônio, onde o cuidado com a memória construída caminha junto com a retidão científica.

Ainda abordando as ENDs, sua utilização é também muito presente quando se trata de ações e planejamento de manutenção de edificações, pela sua possibilidade de análise contínua. Para tal processo de inspeção a ABNT NBR 5.462 - Confiabilidade e Manutenibilidade é critério avaliativo, que segue três principais tipos de manutenção, para elaborar a estratégia mais adequada para atender às necessidades de correção, de acordo com Silva (2020, p. 9).

“Manutenção corretiva: Tem como finalidade corrigir o que foi danificado e que gerou a pane no sistema. O custo e o tempo utilizados neste tipo de manutenção são altos, além de causar lucro cessante (prejuízo causado pela parada de atividades (SILVA, 2020, p. 9))”.

“Manutenção preventiva: Tem como finalidade manter o sistema funcionando de forma satisfatória, sendo feita através de ações que evitem a pane ou a parada não planejada das atividades. O custo e o tempo utilizados neste tipo de manutenção são medianos, mais baixos do que na manutenção corretiva, porém mais altos do que na manutenção preditiva (SILVA, 2020, p. 9))”.

“Manutenção preditiva: Tem como finalidade predizer falhas em estágios iniciais em um sistema, possibilitando o planejamento de ações para eliminá-la. O custo e o tempo utilizados neste tipo de manutenção são os menores em comparação aos outros dois citados acima (SILVA, 2020, p. 9))”.

Por sua natureza não invasiva, os ENDs permitem examinar materiais, elementos construtivos e sistemas estruturais sem provocar danos às superfícies ou comprometer a autenticidade da edificação. Isso é particularmente relevante em construções antigas, muitas vezes compostas por técnicas construtivas tradicionais ou materiais sensíveis, que não suportariam métodos de investigação convencionais, como cortes, furos ou extrações de amostras. Técnicas como a termografia infravermelha, o ultrassom, o radar de penetração no solo (GPR), a esclerometria e o ensaio de emissão acústica são cada vez mais aplicados com sucesso na detecção de trincas internas, vazios, umidade oculta, desagregações e outras manifestações patológicas visíveis ou não, comprometem a estabilidade do edifício.

Segundo Silva (2020, p. 8) no cenário da construção civil, as ENDs têm sido cada vez mais utilizadas conforme mostra a Tabela 1, destacando os ensaios não destrutivos abordados neste trabalho. Já no cenário da conservação de edificações históricas exige um equilíbrio entre a integridade do patrimônio e a necessidade de diagnóstico técnico preciso.

Logo, nesse contexto, os Ensaios Não Destrutivos (ENDs) possuem destaque fundamental para a análise de edificações tombadas ou de valor histórico e cultural reconhecido.

Tabela 0: Técnicas de ensaios não destrutivos utilizadas na construção civil.

TECNICAS DE END	Vigas	Pilares	Lajes	Pisos	Tubulações	Solos
Inspeção Visual	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A
Líquido Penetrante	M	M	M	M	M	N/A
Ultrassom	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A
Partícula Magnética	M	M	M	M	M	N/A
Correntes Parasitas	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A
Pacometria (Magnético)	C	C	C	C	C	N/A
Esclerometria	C	C	C	C	N/A	N/A
Radiográficos	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A
Emissão Acústica	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A
Frequência de Ressonância	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A	N/A
Termografia Infra-Vermelho	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	OK
Permeabilidade	C	C	C	C	C	OK
Estanqueidade	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	OK
Revestimento Protetor	M	M	M	M	M	N/A
Uniformidade revestimento por Holliday Detector	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A
Prova de Carga Estática	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	OK
Réplica Metalográfica	M	M	M	M	M	N/A
Prova de Carga Dinâmica						
PDA (Pile Driving Analyzer)	Me C	Me C	Me C	Me C	N/A	N/A
Arrancamento com Carga Controlada - Chumbadores e Tirantes	Me C	Me C	Me C	Me C	Me C	OK
Ensaios Integridade Estacas						
PIT (Pile Integrity Test)	N/A	C	N/A	N/A	N/A	Me C

M – Aplicável em Estruturas Metálicas; C – Aplicável em Estruturas de Concreto; N/A – Não Aplicável; OK – Aplicável

Fonte: Silva (2020, p.8), com marcações da autora.

A primeira técnica de ensaio não destrutivo em destaque na Tabela 1, é a Ultrassonografia. Essa é uma técnica muito utilizada na avaliação de materiais em obras de engenharia civil, mas também tem seu espaço no campo de estudo de edificações históricas. Seu princípio baseia-se na emissão de pulsos de ondas ultrassônicas por meio de transdutores, que atravessam o material e são captados após sua propagação. A velocidade com que essas ondas se deslocam está diretamente relacionada às propriedades físicas do meio, como densidade, porosidade, homogeneidade e presença de fissuras ou descontinuidades internas.

No contexto da conservação do patrimônio histórico, a ultrassonografia é uma ferramenta valiosa, pois permite avaliar o estado de integridade de elementos construtivos sem a necessidade de intervenções invasivas, que poderiam comprometer a originalidade e a estabilidade das estruturas. Em alvenarias antigas, por exemplo, a técnica pode ser empregada para detectar regiões degradadas, vazias, e perda de aderência entre argamassa e alvenaria.

Nas argamassas tradicionais, especialmente aquelas formuladas com cal aérea, cal hidráulica natural ou terra, a ultrassonografia auxilia no monitoramento do processo de cura, na avaliação do grau de compactação, bem como na identificação de falhas internas, microfissuras e variações na composição. Isso é particularmente importante quando se busca garantir a compatibilidade entre materiais novos e antigos em intervenções de restauração.

Além disso, quando associada a outras técnicas de caracterização, a ultrassonografia fornece subsídios técnicos para a escolha adequada de materiais de reparo, contribuindo para decisões mais conscientes e respeitosas aos valores históricos e construtivos da edificação. Seu caráter não destrutivo e repetível torna a técnica ideal para inspeções periódicas e acompanhamento de longo prazo de monumentos e bens patrimoniais.

O equipamento utilizado nesse tipo de ensaio é conhecido como Ultrasonic Pulse Velocity Tester (UPTV), um exemplo de modelo deste equipamento é Pundit Ultrasonic Pundit 200 da empresa PROCEQ (Figura 25), um instrumento portátil e robusto amplamente empregado em análises ultrassônicas de campo, sobretudo em alvenarias, argamassas e elementos construtivos de edificações históricas. Seu funcionamento baseia-se na emissão de ondas ultrassônicas por meio de um transdutor, que é colocado em contato com a superfície do material, geralmente. Essas ondas atravessam o corpo da amostra ou da superfície e são captadas por um segundo transdutor, posicionado em um ponto oposto ou lateral, dependendo da configuração do ensaio (direta, semi-direta ou indireta). O equipamento então registra o tempo de trânsito das ondas, ou seja, o intervalo necessário para que elas percorram a distância entre os dois sensores.

Figura 25: Equipamento Pundit Ultrasonic Pundit 200 da empresa PROCEQ.



Fonte: (PROCEQ, 2025).

A partir dessa medição, calcula a velocidade de propagação das ondas ultrassônicas utilizando a fórmula:

$$V = \frac{L}{t}$$

Onde,

- V representa a velocidade da onda (em metros por segundo);
- L é a distância entre os transdutores (em metros).
- t é o tempo de trânsito (em segundos);

Os resultados com velocidades significativamente reduzidas, em comparação a valores de referência para materiais consolidados, podem indicar a presença de vazios, descolamentos, trincas, umidade ou descontinuidade entre camadas, características muitas vezes imperceptíveis visualmente, mas que comprometem a integridade estrutural de uma edificação.

A segunda técnica de ensaio não destrutivo destacada na Tabela 1 acima, é a Termografia, ensaio de maior ênfase nesse estudo, pois será realizado na prática. Essa técnica permite a avaliação remota de um componente, ou seja, sem a necessidade de contato direto com a superfície ou material analisado. Seu princípio de funcionamento baseia-se na detecção da radiação infravermelha emitida por uma superfície ou por um material, radiação essa invisível ao olho humano. Esses dados são então convertidos em imagens térmicas, também chamadas de termogramas. Os termogramas imagens gerados com representações coloridas

com variações de cores e com o auxílio de softwares específicos para essa leitura, é possível gerar relatórios e gráficos com análises mais detalhadas, facilitando a interpretação dos resultados (SILVA, 2020, p. 10).

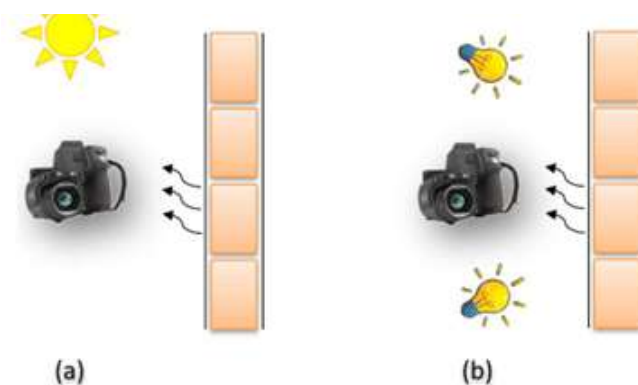
O ensaio termográfico normalmente é composto por três pontos: 1 - Aplicações de tensões térmicas no objeto; 2 - Medição da radiação emitida pela superfície; e 3 - Apresentação da mesma, na forma de termogramas e relatórios.

Além disso, de acordo com Silva (2020, p. 11) a termografia pode ser classificada em dois tipos: passiva e ativa, na qual a termografia passiva em termos práticos pode ser compreendida por uma energia captada pela câmera provinda do próprio objeto, sem nenhum estímulo externo, onde o próprio objeto, superfície ou material exerce o papel de fonte de calor. Geralmente esse tipo de termografia é utilizada com o objetivo de testes qualitativos em função de identificar anomalias térmicas.

Já a termografia ativa em linhas gerais, é introduzida uma fonte de calor externa, essencial para gerar uma diferença de temperatura significativa numa região com e sem defeito. A figura 26, exemplifica os dois tipos de termografias, a decisão por qual tipo escolher, deve levar em consideração a natureza do objeto avaliado, a acessibilidade ao local e quais as características que busca detectar, como por exemplo: tamanho, profundidade, formato e outros.

Visto que, os ensaios termográficos tem o princípio fundamental de sua execução a captação da radiação infravermelha que é refletida por um material ou superfície, se faz necessário o conhecimento de alguns conceitos importantes como: *calor*, *temperatura*, *transferência de calor* e manuseio de um instrumento de medição, nesse caso uma *câmera termográfica* (SILVA, 2020, p. 12).

Figura 26: Tipos de técnicas termográficas: (a) Passiva e (b) Ativa.

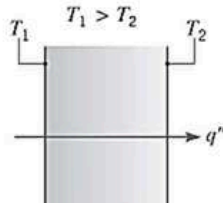
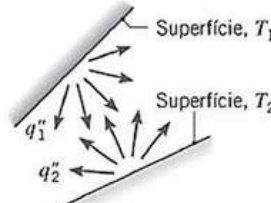


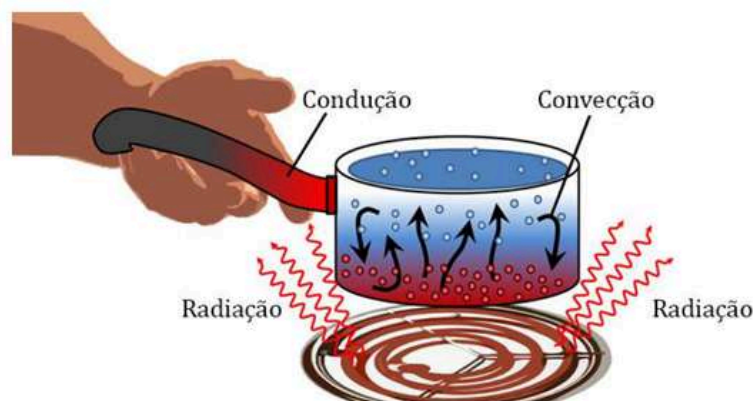
Fonte: (SILVA, 2020, p. 11)

Segundo Santos (2006, p. 29) a definição de *calor* pode ser compreendida pela transferência de energia entre diferentes áreas de um material ou uma superfície, essa energia ocorre devido a agitação entre as moléculas presentes no material que se deslocam da região mais quente provocando maior agitação molecular, para a região mais fria, com menor presença de agitação molecular. A transferência de energia para quando as temperaturas se igualam e ocorre equilíbrio térmico. Já a *temperatura* pode ser entendida como uma grandeza representativa do estado de equilíbrio térmico entre matérias e está relacionada com a energia cinética média das partículas em uma região. Somente com essa diferença de temperatura entre os objetos é possível existir a *transferência de calor*, para que esse fenômeno aconteça, três mecanismos distintos operam, são eles: condução; convecção e radiação, como explica o esquema apresentado na Figura 27.

“Existem três modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação. Todos os processos de transferência de calor ocorrem através de um ou mais desses três modos. A termografia infravermelha é baseada na medição do fluxo de calor por radiação e está, portanto muito relacionada ao modo de transferência de calor por radiação” (SANTOS, 2006, p. 30).

Figura 27: Mecanismos de transferência de calor: condução, convecção e radiação.

Condução através de um sólido ou de um fluido estacionário	Convecção de uma superfície para um fluido em movimento	Troca líquida de calor por radiação entre duas superfícies
		



Fonte: (SILVA, 2020, p. 12)

Em linhas gerais, a transferência de calor por condução ocorre em escala microscópica, envolvendo interações entre átomos e moléculas. Nesse processo, a energia térmica é transmitida das partículas com maior nível de energia encontradas nas regiões de temperatura mais elevada, para aquelas com menor energia, situadas em áreas de temperatura mais baixa. Isso acontece por meio de colisões e vibrações entre as partículas constituintes do material.

Esse tipo de mecanismo é encontrado predominantemente em meios sólidos, mas também pode ocorrer na interface entre sólidos e fluidos em repouso, bem como em gases, desde que não haja movimento macroscópico do fluido que interfira na propagação do calor (SANTOS, 2006, p. 34). Já a transferência de calor por convecção acontece quando um fluido (como o ar ou a água) em movimento entra em contato com a superfície de um material que está a uma temperatura diferente. Para que ocorra por meio do mecanismo de convecção, dois processos complementares são necessários: o movimento aleatório das moléculas, chamado de difusão, e o movimento geral do fluido, chamado de advecção.

Em outras palavras, o calor é transferido tanto pelas colisões entre moléculas quanto pelo próprio movimento do fluido, que carrega energia ao passar pela superfície do material, facilitando a troca de calor entre eles. O terceiro e último mecanismo citado no esquema apresentado na Figura 27 é a radiação.

A radiação térmica é um tipo de energia que um corpo emite quando está a uma temperatura acima do zero absoluto (0 Kelvin). Essa energia é gerada pelas mudanças nas estruturas eletrônicas dos átomos ou moléculas do material. Diferente da condução e da convecção, que precisam de um meio físico (como o ar ou um metal) para ocorrer, a radiação não precisa de um meio para se propagar, por isso ela se propaga com mais eficiência no vácuo (SILVA, 2020, p. 13). Esse tipo de radiação não é exclusivo de sólidos: líquidos e gases também podem emitir radiação térmica.

“A radiação térmica pode ser emitida nas faixas de ultravioleta, visível, infravermelho e até na faixa de microondas do espectro eletromagnético. Entretanto, para temperaturas típicas encontradas na Terra, a maior parte da radiação térmica é emitida dentro da faixa de infravermelho. Assim sendo, os Termovisores são fabricados com detectores que respondem a essa faixa do espectro” (SANTOS, 2006, p. 35).

A quantidade de energia emitida por unidade de área de uma superfície, em um determinado tempo, é chamada de poder emissivo (E). A Lei de Stefan-Boltzmann nos ajuda a calcular o valor máximo dessa energia emitida, com a seguinte fórmula:

$$E = \sigma T^4$$

Nesta equação:

- E é o poder emissivo (em W/m^2);
- σ é a constante de Stefan-Boltzmann, cujo valor é $5,67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
- T é a temperatura absoluta da superfície, medida em Kelvin (K).

A equação acima vale para um corpo ideal conhecido como corpo negro, que é um objeto que absorve toda a energia térmica que incide sobre ele, sem refletir ou transmitir nada. Por isso, ele também é o que mais emite energia, ou seja, é o melhor emissor possível. No entanto, na prática, os corpos reais não se comportam como um corpo negro ideal. Eles emitem menos energia.

“Em 1879, Josef Stefan concluiu através de medidas experimentais que a quantidade total de energia irradiada por um Corpo Negro é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta, mesma conclusão obtida por meios teóricos por Ludwig Eduard Boltzmann em 1884, resultando na Lei de Stefan-Boltzmann” (SANTOS, 2006, p. 38).

Para representar esse comportamento real, usamos uma nova equação que inclui um fator chamado emissividade (ϵ), que indica o quanto a superfície de um material é eficiente em emitir energia comparado ao corpo negro (SILVA, 2020, p.13):

$$E = \epsilon \sigma T^4$$

Nessa equação:

- ϵ é a emissividade do material, um valor que varia entre 0 e 1.
 - Se $\epsilon = 1$, o corpo se comporta como um corpo negro (emissor perfeito).
 - Se $\epsilon < 1$, ele emite menos energia.

A emissividade depende do tipo de material e do acabamento da superfície. Por exemplo, superfícies brilhantes e polidas geralmente têm emissividades mais baixas, enquanto superfícies escuras e rugosas tendem a emitir mais energia (SILVA, 2020, p.14).

“Com valores na faixa $0 < \varepsilon < 1$, essa propriedade fornece uma medida da capacidade de emissão de energia de uma superfície em relação a um corpo negro. Ela depende fortemente da superfície do material e de seu acabamento” (INCROPERA E DEWITT, 2003, apud SOUZA, 2010, p. 12). Alguns valores típicos de emissividade são mostrados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Valores típicos de emissividade para alguns materiais.

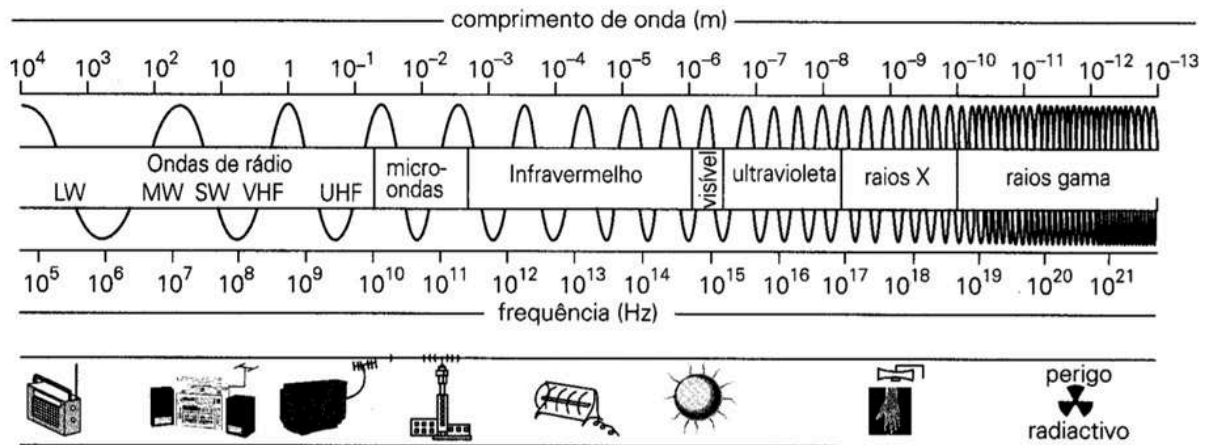
Descrição/Composição	Emissividade (ε)*
Aço inoxidável – típico, polido	0,17
Alumínio – altamente polido, película	0,04
Água	0,96
Areia	0,90
Concreto	0,88 – 0,93
Janela de vidro	0,90 – 0,95
Materiais de construção – placas de amianto	0,93 – 0,96
Materiais de construção – tijolo, vermelho	0,93 – 0,96
Materiais de construção – estuque ou placa de gesso	0,90 – 0,92
Materiais de construção - madeira	0,82 – 0,92
Papel, branco	0,92 – 0,97
Pavimentação de asfalto	0,85 – 0,93
Rochas	0,88 – 0,95
Solo	0,93 – 0,96
Tecido	0,75 – 0,90
Tintas – pretas (Parsons)	0,98
Tintas – branca acrílica	0,90
Tintas – branca óxido de zinco	0,92
Vegetação	0,92 – 0,96

*Todos os materiais descritos estão a 300K ou 27°C. (Incropera e DeWitt, 2003).

Fonte:(INCROPERA E DEWITT, 2003, apud SOUZA, 2010, p. 12).

Outro ponto importante dentro do contexto da radiação térmica é que ela pode ser emitida nas faixas de ultravioleta, visível, infravermelho e até na faixa de microondas do espectro eletromagnético. “Entretanto, para temperaturas típicas encontradas na Terra, a maior parte da radiação térmica é emitida dentro da faixa de infravermelho” (SANTOS, 2006, p. 35, apud CHRZANOWSKI, 2001). Dessa forma, as Câmeras Termográficas são fabricadas com detectores que respondem a essa faixa do espectro (Figura 28). A termografia detecta a radiação infravermelha emitida pelo objeto avaliado, que é invisível ao olho humano, e a transforma em imagens térmicas visíveis, com a possibilidade de convertê-la em leituras de temperatura (SANTOS, 2006, p. 35).

Figura 28: Espectro eletromagnético, com indicação de comprimentos de onda e exemplos de utilização.



Fonte: (SILVA, 2020, p. 14).

Por fim, a *Câmera Termográfica* (Figura 29), é o principal instrumento de medição utilizado em um ensaio não destrutivo (END) de termografia. Por meio dela a radiação infravermelha é captada e transformada em imagens térmicas visíveis ou também chamados de termogramas, que são apresentados através de um mapa de temperatura de um determinado objeto ou material inspecionado. Neste estudo será utilizada a câmera fabricada pela empresa FLIR SYSTEMS, o modelo FLIR C5 (incl. Wi-fi).

Figura 29: Câmera Termográfica modelo FLIR C5.



Fonte: (FLIR SYSTEMS, 2025).

O modelo de câmera termográfica citado apresenta as seguintes características técnicas básicas, conforme apresentadas na Tabela 3:

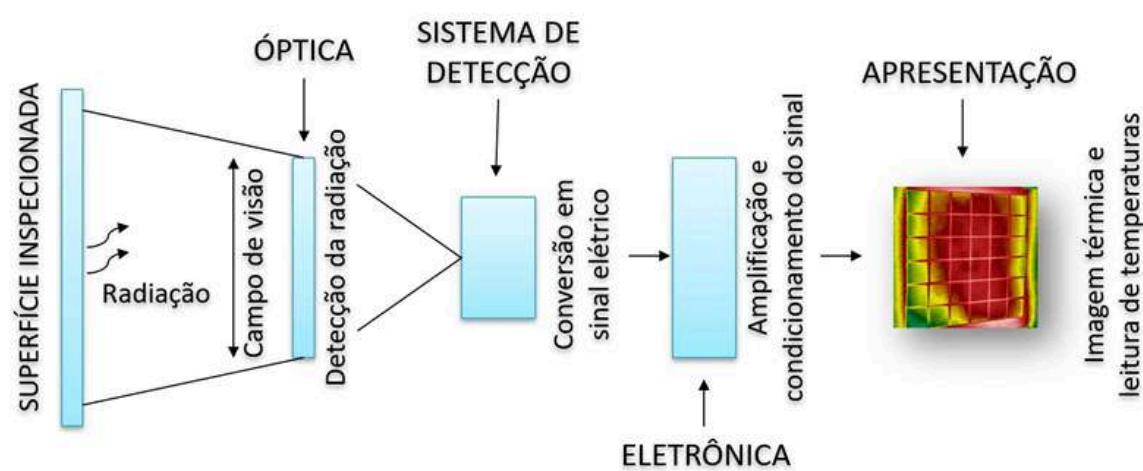
Tabela 3: Especificações básicas da Câmera Termográfica FLIR C5.

Especificações	
Precisão	Em temp. ambiente de 15 a 35 °C (59 a 95 °F) e temp. do objeto acima de 0 °C (32 °F), 0 a 100 °C (32 a 212 °F): ±3 °C (±5,5 °F), 100 a 400 °C (212 a 752 °F): ±3%
Câmera Digital	5 MP
Modos de Imagem	Imagem de infravermelho, Imagem visual, MSX (detalhes visuais realçados na imagem térmica), Picture-in-picture (área de infravermelho na imagem visual)
Mídia de Armazenamento	Memória interna e solução de conectividade em nuvem FLIR Ignite integrada
Geração de Imagem e Óptica	
Distância Focal Mínima	Térmico: 0,1 m (3,94 pol.), MSX: 0,3 m (11,8 pol.)
Faixa Espectral	8 a 14 µm
Frequência da Imagem	8,7 Hz
Paletas de cores	Iron, Gray, Rainbow, Arctic, Lava, Rainbow HC
Foco	Sem foco
Galeria	Estrutura de pastas personalizadas e com imagens em miniatura

Fonte : (Manual FLIR C5,2020).

Abaixo Figura 30, corresponde a um esquema simplificado do processo e etapas do funcionamento de uma câmera termográfica de forma geral (SILVA, 2020, p.14).

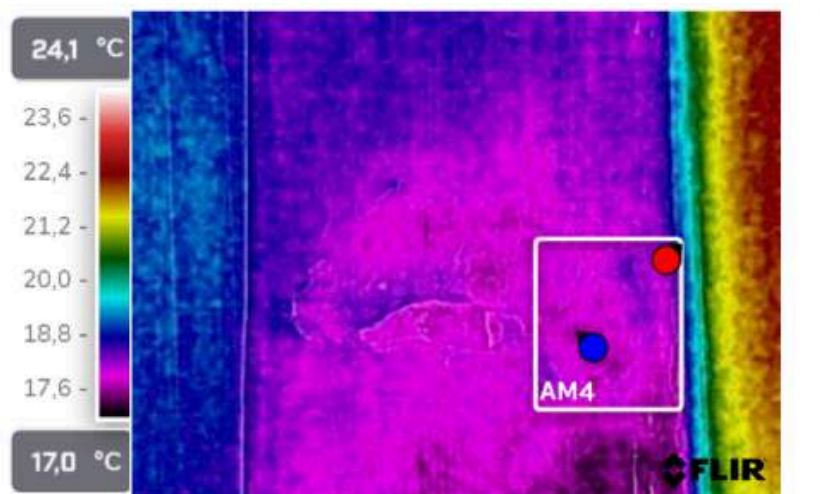
Figura 30: Esquema simplificado de uma câmera termográfica genérica, com as etapas do processo de captação de uma imagem termográfica.



Fonte: (SILVA, 2020, p. 14).

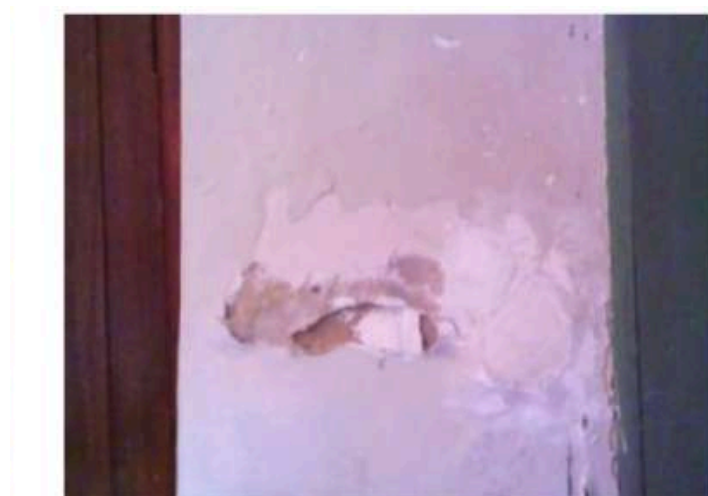
Os termogramas são imagens obtidas por meio de câmeras termográficas que representam a distribuição da temperatura superficial de um material. Essa representação é feita por meio de uma escala de cores, na qual cada tonalidade corresponde a um intervalo específico de temperatura. A Figura 31 apresenta um exemplo de termograma captado da fachada de uma edificação, acompanhado de sua respectiva escala cromática de temperaturas. Para fins comparativos, a Figura 32 exibe a fotografia convencional da mesma área analisada (SILVA, 2020, p. 15).

Figura 31: Exemplo de termograma realizado na Igreja Matriz.



Fonte: (Autora, 2025).

Figura 32: Fotografia convencional capturada pela câmera termográfica.



Fonte: (Autora, 2025).

4. UMA IMERSÃO HISTÓRICA

4.1. SERGIPE E O NASCER DE LARANJEIRAS

Diversos produtos foram explorados durante o período colonial brasileiro, sendo a economia marcada por ciclos que variam conforme o auge de determinadas atividades. Entre eles, destacou-se a produção açucareira, considerada pelos colonizadores portugueses como a mais promissora, sobretudo na região Nordeste, cuja condição geográfica e climática favorece o cultivo da cana-de-açúcar. Essa atividade, altamente valorizada no mercado europeu, atingiu seu apogeu entre o final do século XVI e o século XIX, proporcionando expressivos lucros tanto aos produtores quanto aos exportadores. No campo arquitetônico, Gomes (2008, p. 82) observa que as edificações desse período podem ser compreendidas como fruto dos recursos oriundos da economia açucareira, exemplificados nas igrejas e conventos erguidos com o financiamento de ordens religiosas e das doações de benfeitores, frequentemente vinculados à classe senhorial dos engenhos.

O relacionamento entre o colonizador europeu e as terras que hoje compreendem o estado de Sergipe foi moldado por uma dinâmica de exploração econômica, refletindo um padrão que se repetiu em diversas regiões do Brasil. Inicialmente, a economia sergipana estava centrada na pecuária, com a criação de gado nas margens dos rios, atividade que garantiu a subsistência das primeiras comunidades coloniais. No entanto, foi a introdução da cultura da cana-de-açúcar que transformou a economia local e deu origem a uma elite poderosa (SILVA, 2009, p. 41).

A cana-de-açúcar, com seu alto valor comercial, trouxe prosperidade para a região, impulsionando o surgimento de grandes engenhos que, por sua vez, consolidaram a base do poder econômico e social em Sergipe. Essa nova elite, formada pelos senhores de engenho, não apenas controlava a produção e o comércio do açúcar, mas também se afirmava por meio de uma expressão arquitetônica imponente. As grandes casas dos engenhos e fazendas tornaram-se símbolos do *status* e da influência desses proprietários, refletindo seu poder e riqueza. Além das residências senhoriais, essa elite encomendou a construção de igrejas e capelas, que serviam tanto como locais de culto quanto como marcos de sua autoridade sobre a terra e as pessoas que nela viviam, segundo Silva (2009, p. 43). Essas construções religiosas, muitas vezes ricamente adornadas, eram uma extensão do poder dos senhores, representando sua devoção religiosa, mas também sua capacidade de moldar o espaço físico e social ao seu redor.

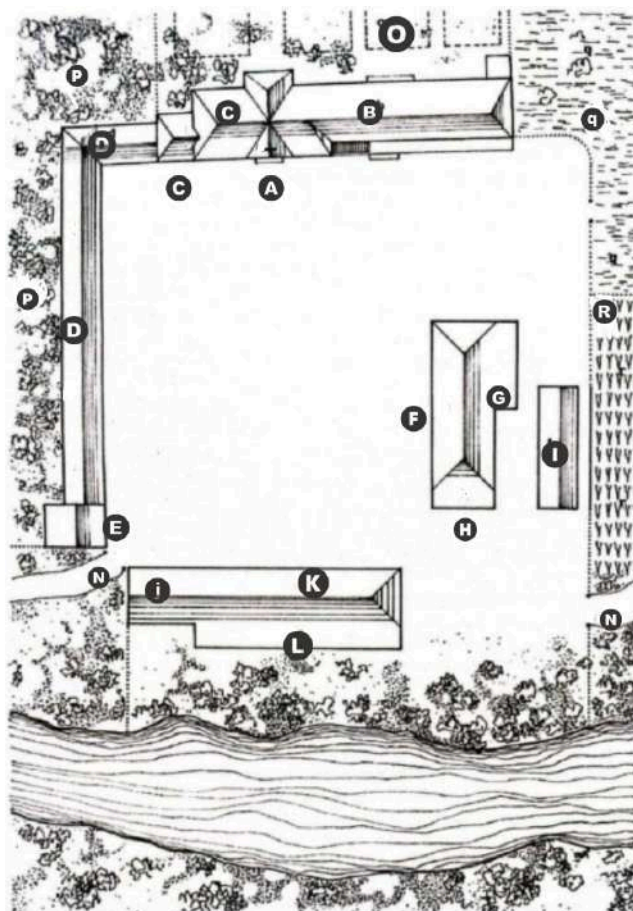
Paralelamente, surgiram os aglomerados de pequenas casas destinadas aos escravizados, conhecidos como senzalas. Esses conjuntos habitacionais, construídos nas proximidades dos engenhos, eram uma expressão sombria da estrutura social da época, evidenciando a profunda desigualdade que permeia a sociedade colonial. Enquanto as grandes casas e igrejas simbolizavam a opulência dos senhores, as senzalas lembravam constantemente a base sobre a qual essa riqueza e poder foram construídos. Esse período histórico, marcado pela exploração e pela construção de uma sociedade profundamente hierarquizada, deixou marcas indeléveis na paisagem de Sergipe. As construções erigidas durante essa época não são apenas testemunhos arquitetônicos, mas também narrativas silenciosas de um passado que moldou a identidade e a cultura da região. O legado desses tempos ainda pode ser observado nos antigos engenhos, nas igrejas centenárias e nas senzalas que, mesmo que degradadas pelo tempo, continuam a contar as histórias de poder, fé e resistência que definiram a história de Sergipe (LOUREIRO, 1999, p. 6).

Sob essa perspectiva, o engenho deve ser compreendido não apenas como a unidade de beneficiamento da cana-de-açúcar, mas como uma propriedade multifuncional, cuja organização espacial, especialmente nos casos mais abastados, revelava uma preocupação com a setorização das construções. Essas edificações, por vezes, eram dispostas em torno de um pátio central que funcionava como núcleo articulador, similar a uma praça (Figura 33), o que poderia favorecer, em longo prazo, a constituição de uma povoação (LOUREIRO, 1999, p. 10).

“Assim, a fábrica está sempre na parte mais baixa do terreno, o que se explica, em parte, pelo aproveitamento da água como força motriz. Em nível mais elevado do que a fábrica está a casa-grande, que se deve provavelmente, à necessidade de domínio visual das atividades manufatureiras por parte do senhor do engenho. O caráter simbólico da capela se evidencia pela sua situação: acima ou no mesmo nível da casa-grande.” (GOMES, 1998, p. 24)

Outra forma de implantação seguia critérios de proteção: a igreja, a casa-grande e a fábrica eram posicionadas de modo equidistante, respeitando o alcance de um tiro de espingarda – aproximadamente 300 jardas –, garantindo, assim, uma lógica defensiva.

Figura 33: Plano geral do engenho com pátio, segundo L.L. Vauthier, editada pela autora.



Fonte: (GOMES, 1998, p. 25).

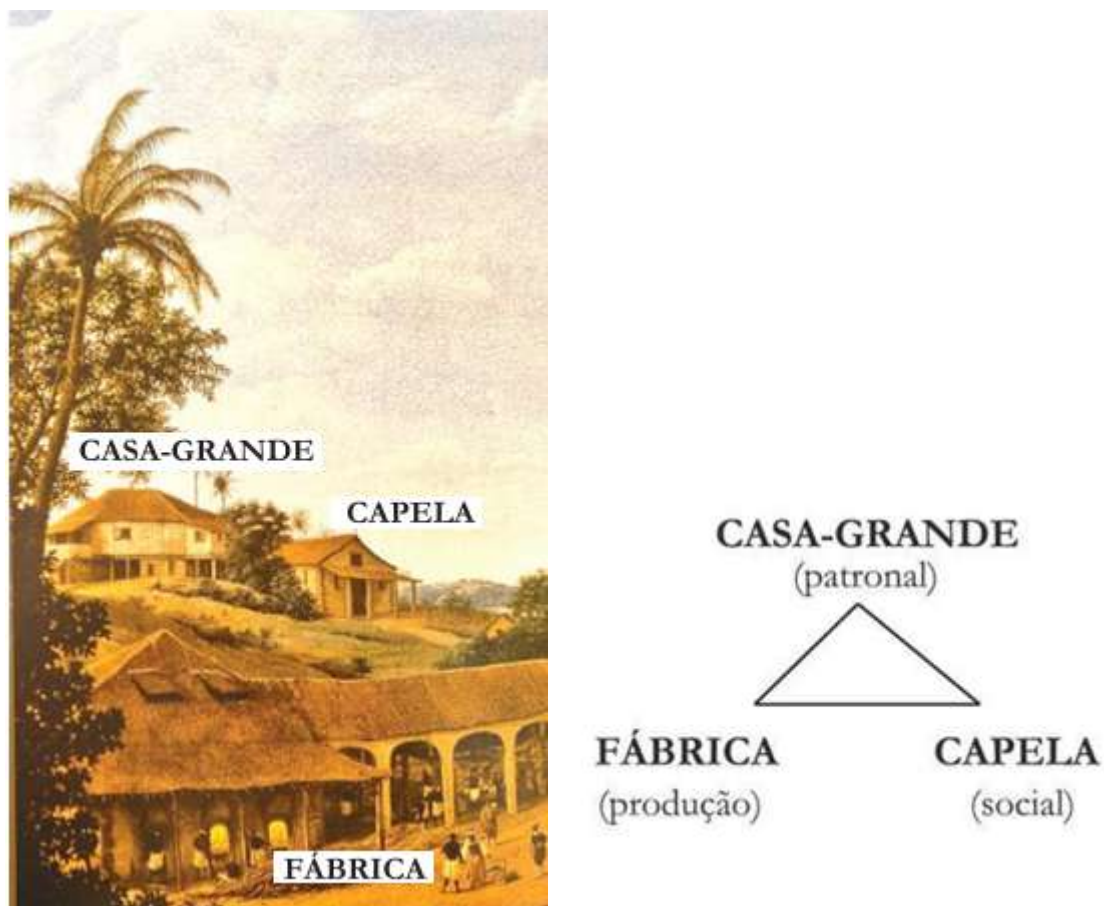
O plano geral de um engenho com pátio, segundo L.L. Vauthier, era composto por:

A- capela; B- casa-grande; C- quarto para os hóspedes; D- senzalas; E- sobradinho, casa do administrado; F,G- alpendre para os cavalos da moenda; H- telheiro acima da fornalha; I- casa do bagaço; J- estrebaria; K- casa de purgar, destilaria, armazém de açúcar, oficinas do carpinteiro, do serralheiro, do segeiro etc., pavilhão para o fabrico da farinha de mandioca; L- alpendre servindo para olaria; M,N- portões de entrada e saída do engenho; O- horta; P- terreno plantado de mandioca; Q- pasto; R- campos de cana-de-açúcar.

Além disso, o relevo exercia papel determinante na organização do espaço. As edificações religiosas, por exemplo, embora pudessem estar anexas à casa-grande ou inseridas em seu interior, a partir do século XVIII passaram a ser mais comumente construídas de maneira isolada, no topo de elevações ou em cotas paralelas à residência senhorial, às vezes até em posição mais elevada .

Essa localização simbólica conferia à igreja a representação de um espaço sagrado de onde emanavam bênçãos sobre os campos de cultivo e a produção açucareira (GOMES, 1998, p. 24). No que tange aos demais edifícios, Loureiro (1999, p. 49) destaca que sua disposição intencional traduzia uma clara hierarquização social e política. As casas-grandes, residências dos proprietários de terras e suas famílias, eram geralmente construídas em meia encosta, de onde se tinha uma posição de domínio visual sobre as áreas de trabalho dos escravizados. Estes, por sua vez, estavam alocados em edificações localizadas em cotas mais baixas, próximas a rios e riachos que forneciam a energia hidráulica necessária ao funcionamento das rodas d'água dos engenhos e fábricas (Figura 34).

Figura 34: Pintura de engenho feita por Frans Post em 1660 com hierarquização dos edifícios do engenho e esquema indicando o tripé das relações construtivas dos engenhos.



Fonte: (GOES, 2021, p. 22)

A construção de edifícios religiosos em Sergipe esteve também profundamente ligada à presença da Companhia de Jesus, que desempenhou um papel essencial no sucesso da colonização portuguesa nos trópicos. A atuação dos jesuítas foi fundamental não apenas para a consolidação do território português na América, mas também para a promoção da coesão social nas áreas colonizadas. Os jesuítas não se limitavam às atividades religiosas; eles também estabeleciam colégios que educavam os filhos dos colonos, contribuindo assim para a formação de uma sociedade organizada e sob controle.

“As ordens religiosas também possuíam engenhos que patrocinavam seus projetos monásticos. Em diversas cidade de Sergipe, a arquitetura monástica já havia atingido as terras de Sergipe Del Rei em meados do século XVII, através da Companhia de Jesus que disseminou o catolicismo na capitania. Em Laranjeiras, a arquitetura religiosa chegou no século XVIII, desfrutando das riquezas e doações feitas às irmandades que se fixaram no território”. (SILVA, 2011, p. 122)

Essa relação entre a Companhia de Jesus e o governo de Portugal era mutuamente benéfica. Os jesuítas colaboraram com o processo de colonização, seja cultivando a terra, seja mantendo a própria Companhia por meio da edificação de templos, residências, colégios e até povoados. Em contrapartida, a Coroa portuguesa concedia terras e poderes à ordem religiosa, permitindo-lhes exercer sua doutrina e expandir sua influência. Antes mesmo da conquista de Cristóvão de Barros sobre os nativos em 1590 e da fundação da cidade de São Cristóvão, que marcou a efetiva colonização de Sergipe, a historiografia aponta a presença dos jesuítas no território, com a missão de catequizar os nativos nas proximidades dos rios Real e Vaza-Barris. Contudo, a resistência dos jesuítas à escravização dos indígenas levou à interrupção dessas primeiras missões, devido à falta de apoio da administração portuguesa (NUNES, 1996, p. 225).

A partir da década de 1590, novas missões foram iniciadas, agora impulsionadas pelas concessões de terras feitas pela Coroa portuguesa, que visava intensificar a colonização da capitania. Como observa Freire (1995), os jesuítas desempenharam um papel duplo: além de catequizar e educar, dedicavam-se ao cultivo de terras e à criação de gado, combinando sua vocação sacerdotal com atividades agrícolas. Se destaca como a manutenção da ordem religiosa dependia não apenas da ajuda financeira da administração real, mas também da autossuficiência econômica gerada pelos próprios empreendimentos jesuítas. Os assentamentos jesuítas seguiam um programa arquitetônico relativamente simples, dividido em três áreas principais, cada uma com uma função específica: as igrejas para o culto, as

oficinas para o trabalho, e as residências que incluíam dormitórios, enfermarias e dependências de serviço, além de um pomar conforme apontado por Costa (2010, p. 132).

A atuação da Companhia de Jesus em Sergipe deixou um legado duradouro, não apenas na arquitetura religiosa, mas também na formação da sociedade local. Os jesuítas foram agentes transformadores, moldando tanto o espaço físico quanto às relações sociais, e sua influência se estendeu muito além das fronteiras de seus assentamentos. A combinação de fé, educação e trabalho agrícola que caracterizou a presença jesuítica em Sergipe é um testemunho da complexa relação entre religião, poder e colonização no Brasil colonial.

As tipologias arquitetônicas das capelas vinculadas aos engenhos caracterizavam-se, em sua maioria, pela simplicidade programática. De modo geral, apresentavam uma composição básica formada pela nave, pelo coro e pela sacristia (GOMES, 1998, p. 105). Em algumas delas, podiam ser identificados alpendres e galerias laterais, o que acrescentava elementos de variação tipológica.

Conforme destaca Gomes (1998, p. 107), todas as funções litúrgicas estavam concentradas no pavimento térreo, à exceção do coro, situado, de forma recorrente, no primeiro terço da nave, sobre a entrada principal. Além disso, algumas capelas possuíam galerias distribuídas em dois pavimentos, principalmente quando se encontravam anexas às casas-grandes. Tal configuração atendia à necessidade de resguardar a privacidade da família senhorial durante as práticas religiosas. A Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, se enquadra no Grupo I-B, em que a edificação apresenta:

“[...] possui o programa mais reduzido, essencialmente a nave, a capela-mor e a sacristia contidos em três volumes distintos, sendo o menor para sacristia, o intermediário para a capela-mor e o maior para a nave. Os exemplares deste grupo estão presentes na icnografia holandesa XVII [...]” (GOMES, 1998, p. 107) .

“[...] O tipo IB distingue-se do anterior somente pelo aparecimento da sacristia, sempre ao lado da capela-mor, e do coro, ao qual, às vezes, se tem acesso por escadas externas sem coberta. As dimensões das capelas variam muito, mas é constante a relação de superioridade do volume da nave em relação ao da capela-mor [...]” (GOMES, 1998, p. 108).

“[...] A composição básica dos vãos da fachada é o triângulo formado pela única porta central e as duas janelas do coro. Um óculo, no eixo vertical de simetria e um pouco acima do nível das janelas, aparece com razoável frequência. Os elementos decorativos da fachada limitam-se ao frontão, cuja cornija se encurva de várias maneiras [...]” (GOMES, 1998, p. 108).

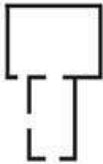
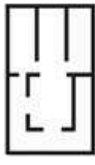
A análise do partido arquitetônico das capelas de engenho permite identificar a temporalidade e as transformações que marcaram os processos construtivos ao longo dos séculos. Gomes (1998, p. 110) ressalta que não havia impedimentos para que modelos tipológicos do século XVI fossem reproduzidos ainda no século XIX. Nesse sentido, o autor propõe uma classificação das igrejas rurais, organizando os exemplares estudados em diferentes grupos tipológicos.

Azevedo (1975) também propõe uma classificação tipológica para as capelas do século XVIII. No que se refere aos aspectos relevantes para o presente estudo, destaca-se o terceiro tipo de partido identificado, no qual a capela adota o modelo das igrejas matrizes e das irmandades que se difundiram nos centros urbanos a partir do início do Setecentos. Essas edificações apresentam, de modo recorrente, torres e corredores laterais superpostos por tribunas (AZEVEDO, 1975, p. 166). Os diferentes tipos podem ser visualizados na Tabela 4. Partindo dessa análise, a Igreja Matriz se classifica na Tipologia 3 - Com corredores laterais; 3.2. - Superpostas por tribunas; 3.2.1. - Com torre.

Diante do exposto, observa-se o caráter dinâmico da arquitetura das igrejas, especialmente no que se refere à complexidade tipológica, que se transformava ao longo do tempo mediante a incorporação de elementos complementares destinados aos rituais católicos. Entre esses, destacam-se a sacristia, voltada aos preparativos da missa, e as galerias laterais, frequentemente utilizadas para atividades que extrapolavam a função estritamente religiosa do culto. Além disso, a ampliação do programa arquitetônico dessas edificações evidencia-se também na escolha dos materiais e técnicas construtivas.

Conforme aponta Gomes (1998, p. 115), as igrejas eram comumente erguidas com materiais mais resistentes em comparação às demais construções dos engenhos, predominando alvenarias de pedra ou tijolo. A cobertura, por sua vez, era tradicionalmente realizada em estrutura de madeira com telhas coloniais de barro, enquanto o forro restringia-se à capela-mor, geralmente em madeira e conformado em abóbada de berço.

Tabela 4: Tipologias arquitetônicas das capelas no século XVIII.

Tipos	Subtipos	Exemplos	Localização
1. Partido em “T” 	1.1. Com copiar 1.2. Sem copiar	São Bernardo Pindobas S.A. do Rio Fundo S. João Batista S. Paulo	Jaguaripe Candeias Terra Nova Cachoeira S.F. do Conde
1. Com galerias laterais 	2.1. Simples alpendradas 2.1.1. Com torre 2.2. Superpostas por tribunas 2.2.1. Com torre	N. S. do Guadalupe N. S. do Vencimento S. Miguel e Almas N. S. do Desterro	Cachoeira S.F. do Conde S.F. do Conde Santo Amaro
3. Com corredores laterais 	3.1. Simples 3.1.1. Com torre 3.2. Superpostas por tribunas 3.2.1. Com torre 3.2.2. Sem torre	P. dos Teixeiras S.A de Mataripe Freguesia S. José	Candeias S.F. do Conde
4. Avarandado 		Lagoa	

Fonte: Elaborado por Góes (2021, p. 28), com referência nos dados de Azevedo (1975).

Em Laranjeiras, a arquitetura religiosa chegou no século XVIII, através das riquezas e doações feitas às irmandades que se fixaram no território. Situada no Vale do Cotinguiba, a 23km da capital Aracaju, que possui um rico patrimônio artístico e arquitetônico, pode ser apreciada andando pelas suas ruas de pedras. Esse patrimônio exprime o potencial econômico que o município de Laranjeiras vivenciou em meados do século XVIII, fruto da produção açucareira local (SILVA, 2011, p.122).

“A arquitetura religiosa laranjeirense é resultado da passagem das ordens religiosas que ali estiveram. As construções do século XVIII, XIX e início do século XX, trazem diferentes estilos artísticos, mesclando elementos de períodos diferentes. Essas construções foram resultado de doações feitas às ordens religiosas muitas financiadas pela elite local”. (SILVA, 2011, p. 123)

O processo de urbanização de Laranjeiras não foi diferente das demais cidades do Brasil que surgiram dentro desse cenário econômico que vivia o país, impulsionada pelo cultivo da cana-de-açúcar, pela movimentação de africanos para as fazendas no vale do rio Cotinguiba e pelo porto que facilitava a importação e exportação de gêneros alimentícios armazenados nos Trapiches, principalmente nos séculos XVIII e XIX (BONJARDIM; VARGAS, 2010, p. 204). Outra relato do surgimento da cidade de Laranjeiras, sendo essa a versão mais romântica, sugere que a cidade emergiu de uma flor: "Laranjeiras nasceu de uma flor, Da perfumosa e bela flor de Laranjeiras, que simboliza a virgindade das noivas, nasceu a heroica Laranjeiras, murmurante e soluçosa esposa do Cotinguiba" (OLIVEIRA, 1942, p. 35).

Evoluindo de povoação para vila em 7 de agosto do ano de 1832 pela Lei Provincial número 209, quando já contava com mais de sessenta engenhos, em 04 de maio Laranjeiras é elevada agora, à condição de cidade no ano de 1848 (NOGUEIRA; SILVA, 2009, p. 41 e 42). A recente cidade Laranjeiras é formada pelos seguintes bairros e povoados: Areias, Bom Jesus, Centro, Cedro, Camaratuba, Comandaroba, Gameleiro, Machado, Mussuca, Madre de Deus, Pedra Branca, Pastora, Pinheiro, Tramandaí, Quintalé, Salinas e Várzea, apresenta predominantemente um perfil rural. No entanto, o centro histórico se destaca por sua composição, sendo majoritariamente composto por residências, mas também incluindo instituições civis, comércio local, edifícios religiosos e construções de uso misto. O poeta negro João Sapateiro (1988) expressou poeticamente sobre sua cidade, Laranjeiras:

“De qualquer colina tua,
Lindo quadro se divisa.
Dos meus versos és o tema.
Velha ‘Cidade Poema’.
Que a beleza simboliza.
Terra de Ti Herculano.
E de ZêSapucari: Tens tanta beleza, tanta.
Que o visitante se encanta”.
(GUIMARÃES, 2009, p. 103).

Os versos de João Sapateiro citados acima, destacam a beleza e a riqueza cultural da cidade, evidenciando como esses aspectos encantam as pessoas que visitam a cidade de Laranjeiras. A sua poesia não apenas ressalta a importância histórica, mas também destaca o significado emocional e artístico de Laranjeiras.

Conforme relatado por Oliveira (1942, p. 35), às margens esquerda do Rio Cotinguiba, uma laranjeira servia de espaço acolhedor para o descanso e para as canções dos primeiros habitantes da cidade, que se abrigavam do forte sol, enquanto aguardavam a chegada das embarcações para iniciar as suas jornadas. Sobretudo, o elemento mais significativo para a formação da cidade de Laranjeiras, foram os engenhos de açúcar, predominantemente movidos por animais e água, que em meados do século XIX já contabilizavam mais de 300 estabelecimentos por toda sua extensão territorial (NASCIMENTO, 1981, p. 35 e 64). Fortalecendo o desenvolvimento econômico e urbano da cidade, tornando-se atraente para comerciantes, médicos, advogados entre outros intelectuais, que contribuíram para o desenvolvimento cultural da cidade (LARANJEIRAS: SUA HISTÓRIA, SUA CULTURA, SUA GENTE/PREFEITURA MUNICIPAL DE LARANJEIRAS, LARANJEIRAS: SEMEC, 2000, p.8).

Outra face da história romântica da fundação da cidade de Laranjeiras, se deu pelo fato dela ter sido reconhecida como o berço da cultura da Província e depois do Estado, com o passar dos anos ser intitulada de “ A Athenas Sergipana ” (CINFORM, 2002, p. 126-128). Sua data precisa de surgimento permanece incerta, sugerindo uma possível formação por volta de 1794 (LARANJEIRAS, 2000, p. 24). A construção de edifícios religiosos no arraial significava o próprio desdobramento do surgimento das povoações, e o caso da cidade de Laranjeiras não escapava a essa regra, em meados do ano de 1791 (NASCIMENTO, 1981, p. 42).

4.2. IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

A Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, tombada pelo IPHAN no Livro de Belas Artes, Vol. I, fls. 57, inscrição 265-A/20-03-1943 e no Livro Histórico Vol. 1, fls. 33, inscrição 199/20-03-1943 (BENS MÓVEIS E IMÓVEIS, 1994, p. 195) e enraizada na história de Laranjeiras, é objeto de divergentes análises quanto à sua data de construção. O Dr. José Geraldo Bezerra de Menezes e o Padre D. José Thomaz Gomes da Silva atribuiu a edificação ao século XVII, sendo uma capela erigida por Padre Bonucci. Este último descreve a importância da cidade ao afirmar que Laranjeiras desfruta a maior de todas as glórias de Sergipe: ali foi erguido o primeiro trono ao culto do Sagrado Coração de Jesus (OLIVEIRA, 1942, p. 45).

“[...] se relacionaria a construção da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, contudo existem várias controversas sobre esse fato, o Dr. José Geraldo Bezerra de Menezes [...] descreve que a Igreja foi fundada pelo Padre Jesuíta Bonucci em meados do século XVIII, questão que é complementada por Felisbello Freire em Oliveira que alega a construção ser de 1791, estas controversas se assentam para alguns na hipótese desta construção ser proveniente da remodelação de uma antiga capela (S. S. Coração de Jesus) no mesmo local e outras de ser a Igreja uma construção do século XIX”. (OLIVEIRA, 1942, p. 45-46)

O padre Filadelfo Jônatas de Oliveira, que por longos anos exerceu a função de pároco no município de Laranjeiras, desempenhou um papel relevante na preservação da memória histórica e religiosa da cidade. Sua dedicação à documentação de eventos e aspectos do catolicismo local resultou na publicação de duas obras fundamentais: *História de Laranjeiras Católica* e *Registro de Fatos Históricos de Laranjeiras*. Esses registros constituem fontes primárias valiosas, que contribuem de maneira singular para o aprofundamento do conhecimento sobre a formação social, cultural e religiosa da sociedade laranjeirense (SILVA, 2011, p. 123).

“Uma das mais imponentes construções religiosas da cidade de Laranjeiras é a Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, entre muitas, conhecia-se como a primeira Igreja do Coração de Jesus, hoje a Matriz de Laranjeiras, cuja fundação atribui ao Padre Bonucci, S.J.” (OLIVEIRA, 1981, p.56)

Diferentes estudiosos oferecem perspectivas temporais variadas, mas todos destacam a exaltação da grandiosidade arquitetônica e histórica que a Igreja Matriz representa. O vigário Filadelfo Jônatas de Oliveira (1942, p. 47) menciona suas dimensões e estrutura, com dois corredores, sacristias, salão nobre e coro, culminando na Capela-mor e na Capela lateral do Sacramento, conforme plantas. O autor relata que o terreno original destinado à construção da Matriz foi doado por D. Josefa Maria de São José, em 8 de outubro de 1789. Posteriormente, em 30 de abril de 1839, uma nova parcela do terreno foi cedida por João José Correia de Abreu e D. Maria José Pilar. Já em 1903, o edifício passou por um processo de remodelação (Figura 35), durante o qual diversas alterações estruturais foram realizadas (SILVA, 2011, p. 123).

Figura 35: Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus em 1791.



Fonte: CARVALHO NETO, Virginio J. de., 1998.

No livro *História de Laranjeiras Católica*, é reproduzida uma carta do Dr. Virgílio do Vale Viana — responsável pela obra de remodelação da Matriz de Laranjeiras — endereçada ao então Presidente do Estado, Dr. Josino Menezes. Nesse documento, são descritas as intervenções realizadas na edificação. Entre as alterações, destaca-se a construção de um jardim no terreno anexo à Matriz, o qual foi cercado por um gradil de ferro. No Brasil, o ferro foi amplamente utilizado como elemento construtivo e ornamental entre o final do século XIX e o início do século XX, sendo incorporado à arquitetura da igreja durante o processo de remodelação.

O interior do templo passou por diversas modificações: no coro, foi instalado um gradil de ferro balaustrado; todos os compartimentos do térreo receberam forro; a nave e os capitéis das torres foram revestidos com azulejos. Além disso, o retábulo e os altares foram submetidos ao processo de douramento, e o salão passou a contar com novo mobiliário. A obra de remodelação foi oficialmente concluída em 10 de setembro de 1905 (SILVA, 2011, p. 124).

A Igreja do Sagrado Coração revela uma ornamentação Neoclássica, mas preserva elementos do Barroco, como o jogo de luz, claro-escuro e sombreamento, de acordo com Corona e Lemos (1972, p. 71 e 72). O seu Altar-mor do final do século XVIII, com colunas de capitel compósito estilizado, é um destaque com suas cores vibrantes, como azul, dourado, branco e vermelho, e abriga uma imagem do Sagrado Coração. O coro, adornado com uma grade de metal, abriga um órgão de tubos doado pelo Barão de Laranjeiras (INVENTÁRIO NACIONAL, 2001, s.n.).

O mesmo pensamento é reforçado pelos autores Nogueira & Silva ao afirmar que:

“esses dois elementos denotam a transição do barroco para o neoclassicismo, uma vez que a curvatura mais acentuada acima do pequeno óculo é uma característica que, de certa forma, lembra algumas ações em igrejas do final do barroco mineiro do século XVIII” (NOGUEIRA & SILVA, 2009, p. 53).

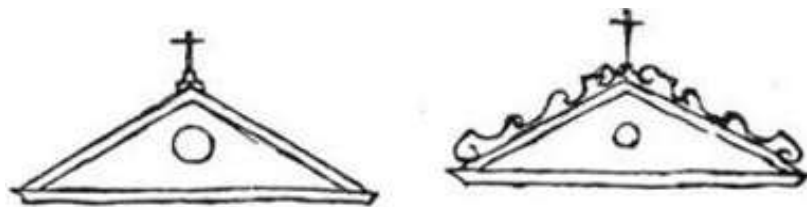
Em relação aos elementos arquitetônicos da fachada da Matriz (Figura 36), observa-se a presença de um frontão triangular, com volutas e curvatura em sua base, encimado por uma cruz latina central (Figura 37), típico da arquitetura da Companhia de Jesus (COSTA, 2010, p. 146). Logo abaixo, há um friso curvo com ornamentação destacada. A curvatura da base do frontão, associada ao friso ornamentado, chama a atenção de alguns estudiosos por remeter a tipologias arquitetônicas encontradas em outras regiões do Brasil (Figura 38). Nesse sentido, Nogueira e Silva destacam a semelhança entre a Matriz do Sagrado Coração de Jesus, em Laranjeiras, e a Igreja do Carmo, localizada em Mariana (MG), datada de 1777 (Figura 39). Ambas compartilham a elevação característica no frontão, elemento que sugere possíveis influências ou afinidades estilísticas, afirma Silva (2011, p. 124).

Figura 36: Fachada frontal da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus.



Fonte: (AUTORA, 2025).

Figura 37: Frontão reto (clássico) primitivo à direita da imagem; Frontão reto (clássico) primitivo com volutas rampantes sobrepostas à direita da imagem.



Fonte: (COSTA, 2010).

Figura 38: Curvatura abaixo do frontão com friso ornamentado.



Fonte: (AUTORA, 2025).

Figura 39: Igreja do Carmo, localizada em Mariana (MG).

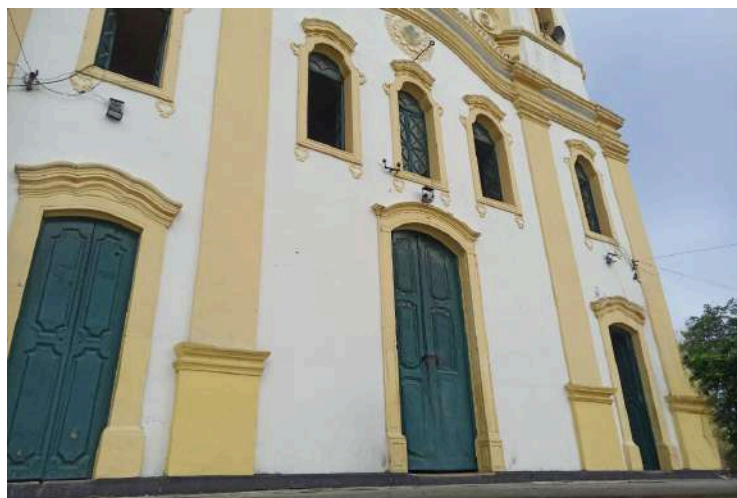


Fonte: (ARTE FORA DO MUSEU, 2020).

A mesma descrição da fachada principal da Igreja Matriz, é feita por Tirapelli; Pfeiffer, (1999, p. 85). Os autores destacam a transição estilística do Barroco/Rococó para o Neoclassicismo nos seus elementos como os espirais entre o frontão e o lagrimal superior curvado indicam essa transformação, com nuances que remetem a igrejas do final do Barroco Mineiro. Os espirais, embora singulares, evocam ornamentos mais simples de igrejas baianas e vizinhas a Laranjeiras, na Paraíba e em Pernambuco.

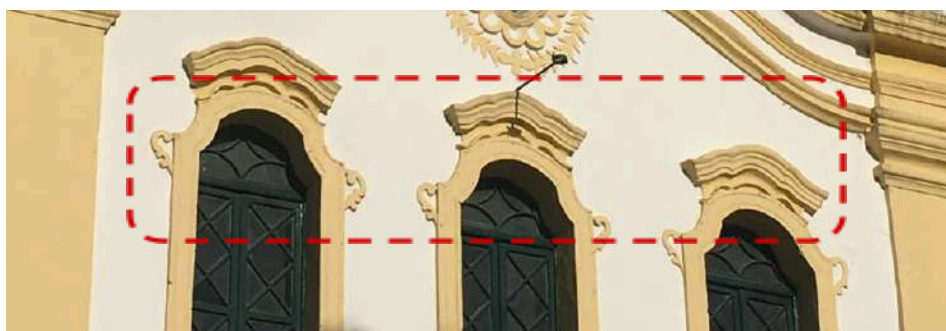
Ainda na composição da fachada, observam-se três portas almofadadas (Figura 40) e cinco janelas bipartidas correspondentes ao coro, cada uma com bandeiras de vidro em forma losangular. Essas janelas apresentam, adicionalmente, cornijas de perfil misto, conferindo maior sofisticação à composição arquitetônica (Figura 41). No eixo central da fachada, destaca-se uma janela rendilhada em formato de quadrilóbulo. Esse tipo de abertura, também conhecido como óculo (Figura 42), foi amplamente utilizado em edificações com características do estilo Rococó, por permitir a entrada de luz natural e, assim, reduzir o uso de velas no interior do templo (SILVA, 2011, p. 126).

Figura 40: Portas de acesso e janelas da principal fachada da Igreja Matriz.



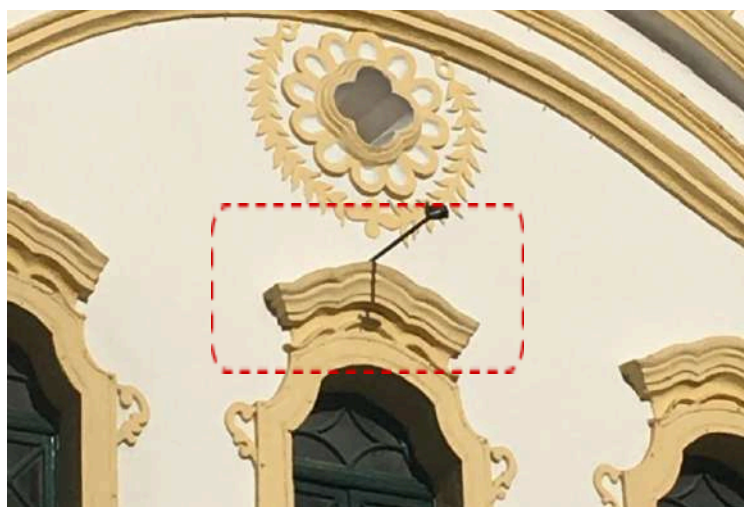
Fonte: (AUTORA, 2025).

Figura 41: Portas de acesso e janelas da principal fachada da Igreja Matriz.



Fonte: (AUTORA, 2025).

Figura 42: Janela rendilhada em formato de quadrilóbulo, também conhecido como óculo, localizado no eixo central da fachada da Igreja Matriz.



Fonte: (AUTORA, 2025).

Ainda no ano de 1905, foi instalada, na torre sul, uma escada de madeira em espiral (Figura 43), que dá acesso ao corpo e às tribunas da igreja. Essa torre apresenta influência romântica, sendo disposta lateralmente à fachada, conforme era comum em composições em pares. Suas aberturas destinam-se às sineiras e o coroamento é feito por um arremate bulboso (Figura 44). O revestimento da parte superior da torre é composto por azulejos em estilo seiscentista, predominando a cor azul cobalto. Esses azulejos exibem padrões geométricos contínuos, que reforçam o caráter ornamental da edificação (SILVA, 2011, p. 127).

Figura 43: Escada em espiral toda de madeira da Igreja Matriz.



Fonte: (AUTORA, 2025).

Figura 44: Sinos no alto das torres.



Fonte: (AUTORA, 2025).

No interior da igreja, localiza-se uma pia batismal acompanhada de uma bacia, ambas esculpidas em pedra (Figura 45). Destaca-se também a Capela do Sacramento, que se apresenta ornamentada e abriga um quadro de altar representando a Santa Ceia, cuja autoria é atribuída ao pintor mineiro Antônio Dias. No forro da capela, encontra-se uma pintura cuja autoria e origem permanecem desconhecidas, não havendo referências documentais a seu respeito (SILVA, 2011, p. 128). Segundo Oliveira (2005),

“O sacrário de mármore trabalhado e produzido na Bahia (Figura X), foi doado em 1917 por D. Amélia do Prado Franco. A bandeira da porta de entrada da Capela do Sacramento (Figura Y) é ornada com alguns elementos idênticos aos da talha do altar-mor, ambos motivos do estilo Luís XVI. Em madeira e vidro, a parte inferior da porta (Figura Z) é talhada com florões.” (OLIVEIRA, 2005, p. 198)

Figura 45: Pia batismal acompanhada de uma bacia, ambas esculpidas em pedra.



Fonte: (AUTORA, 2025).

O Altar Mor (Figura 46 e 47) é feito em madeira composto de uma mesa trapezoidal ladeado com quatro colunas entorse nas cores branco e dourado rematando o capitel estilizado na parte frontal da mesa retangular recortada em curvas. Nas extremidades intercalando remates acantos estilizados contornado de friso liso dourado ao centro ornamentação acantica esgarçada abrindo Roseta Dourada. Rematando a mesa tanto sobre frisar liso Azul a parte superior em vazamento composto de bases laterais retangulares

recortadas facetadas ladeando festão Dourado em Tulipas invertidas sobre parte frontal da base reserva retangular recortada em Curvas e contracurvas contornando friso liso dourado e azul formando laçarote estilizado donde prende festão em Tulipas sobre laçarote. Acântico Central, roseta dourada na parte central retangular em tom salmão ao centro ladeado e contorno de friso liso dourado abrigando ornamentação de remates Atlântico sobre perolados Dourados na parte inferior cantos superiores questão em rosetas e folhagens em ressaltado parte central guirlanda de roseta de Tulipas invertidas intercalando pergolado em cima nas laterais nichos em Arco pleno porta contornando ornamentação. parte interna revestida em campo vermelho ornamentação de rosetas (IPHAN, 1994, p. 20).

Elementos morfológicos parte superior do nicho frontal recortado em Curvas e contracurvas ornamentado em folhas acânticas e rosetas douradas os nichos abrigam as imagens da Santa Terezinha e Nossa Senhora pontos ordenados por reservas retangulares facetadas recortadas em Curvas e contracurvas abrigam festão Dourados sobre botões de rosa e se em cima a canto em gastado. A frente do nicho imagem do Sagrado Coração de Jesus entablamento composto de trono e dois estágios recortados em Curvas e contracurvas, faceta adornada. Ora por em Tulipas invertidas sobre o trono a imagem do crucifixo coroamento composto de corjina contornada no prejuízo dourado e azul branco, salmão sustentando jargões ordenados com humilhados de tons de salmão. folhas de acanto azul e dourado (IPHAN, 1994, p. 22). Altar neoclássico caracterizado pelas linhas retilíneas na porção intermediária com as colunas ordenadas em listas verticais entremeadas por pilastras, todo o conjunto em branco decorado por pequenos elementos fitomórficos. A parte superior o coroamento recortado ainda guarda vestígios no final do século XVIII quando o estilo neoclássico inicia o seu domínio se caracteriza pelo recorte em curvas e contracurvas guirlandas em tulipas invertidas jarrões de flores e o uso de tons pastéis contrastando com o branco o arco pleno de um camarim profundo complementa a inserção desta parte do retângulo nesse momento de transição a base alta ornada em bege centrado guirlanda sobre um embasamento com temas ornamentais similares complemento conjunto (SILVA, 2011, p. 128).

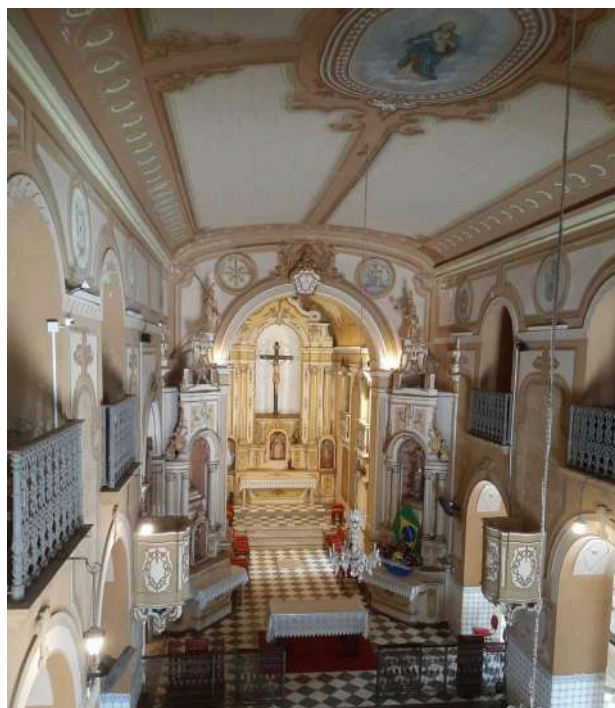
Destacam-se nesta peça os três nichos dispostos em paralelo na predela com ornatos fitomórficos e vazados com decoração ao fundo com a mesma temática decorativa que se constitui numa solução inusitada no plano dos Altares desta época, parece se tratar de uma solução posterior, o que não quebrou a harmonia do conjunto, situação pouco corrente em outras intervenções e igrejas estudadas. Inclusive a pintura do teto que foi feita em período posterior carrega evidências de que seja um objeto do período de edificação do monumento.

Figura 46: Altar Mor da Matriz do Sagrado Coração de Jesus.



Fonte: (AUTORA, 2025).

Figura 47: Altar Mor da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, vista do pav. superior.



Fonte: (AUTORA, 2025).

O primeiro templo dedicado à devoção do Sagrado Coração de Jesus, construído na segunda metade do século XVII e segundo alguns autores, antecede até mesmo, a primeira Basílica Nacional do Coração de Jesus construída em Lisboa. Sobretudo, só no ano de 1835 foi erguida à categoria de Matriz de Laranjeiras, e no seu interior, o painel do forro da capela do Santíssimo, está desenhado o coração de Jesus, pelas mãos do pintor baiano, José Teófilo de Jesus (Figura 0), a pintura em medalhão está no centro do teto, sem perspectiva e o fundo foi elaborado em tom pastel (OLIVEIRA, 1942, p. 58).

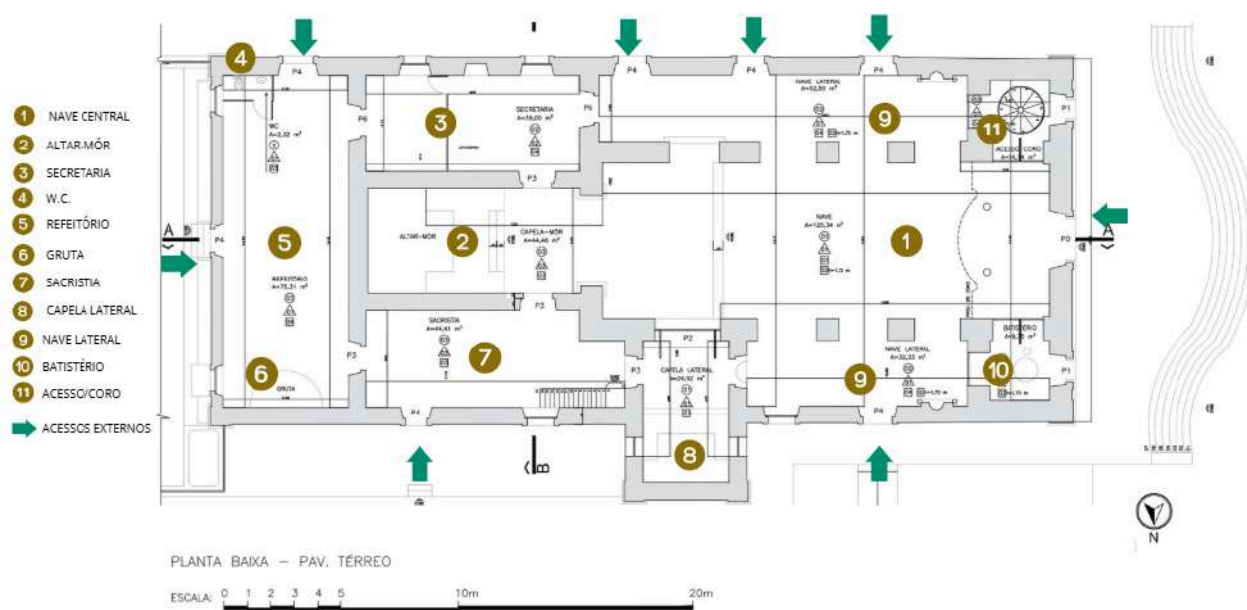
A Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, está localizada na Rua Sagrado Coração de Jesus, nº 41, bairro Centro- Laranjeiras/SE (Figura 48), ao lado da praça Heráclito Diniz. As figuras abaixo, compõem o material do Levantamento Cadastral de março de 2007, realizado pelo IPHAN com edições e atualizações da autora, apresentando os dados técnicos arquitetônicos da Igreja Matriz. Esse material é composto por: PLANTA TÉRREO (Figura 49); PLANTA - PAV. SUPERIOR (Figura 50); PLANTA BAIXA - PAV. 2º E 3º TORRE (Figura 51); PLANTA DE COBERTURA (Figura 52); CORTE AA (Figura 53); CORTE BB (Figura 54); FACHADA OESTE (Figura 55); FACHADA LESTE (Figura 56); FACHADA NORTE (Figura 57); FACHADA SUL (Figura 58).

Figura 48: Vista aérea da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus em Laranjeiras, destacada em vermelho e a praça Heráclito Diniz em azul.



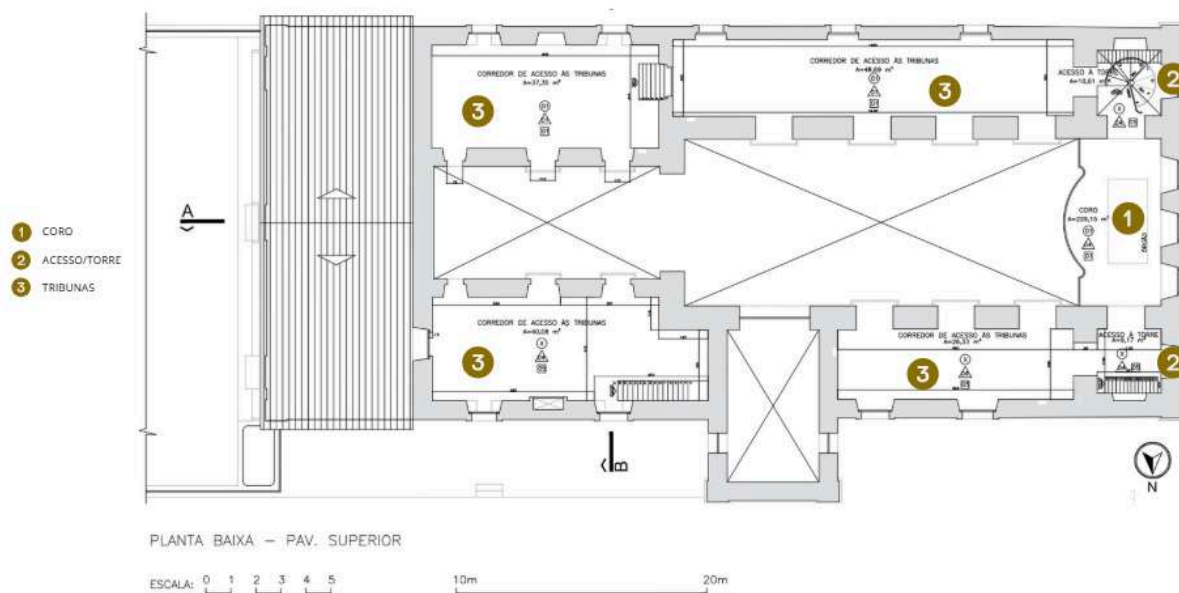
Fonte: Google Maps, 2025.

Figura 49: Planta Baixa - Térreo da Igreja Matriz de Laranjeiras.



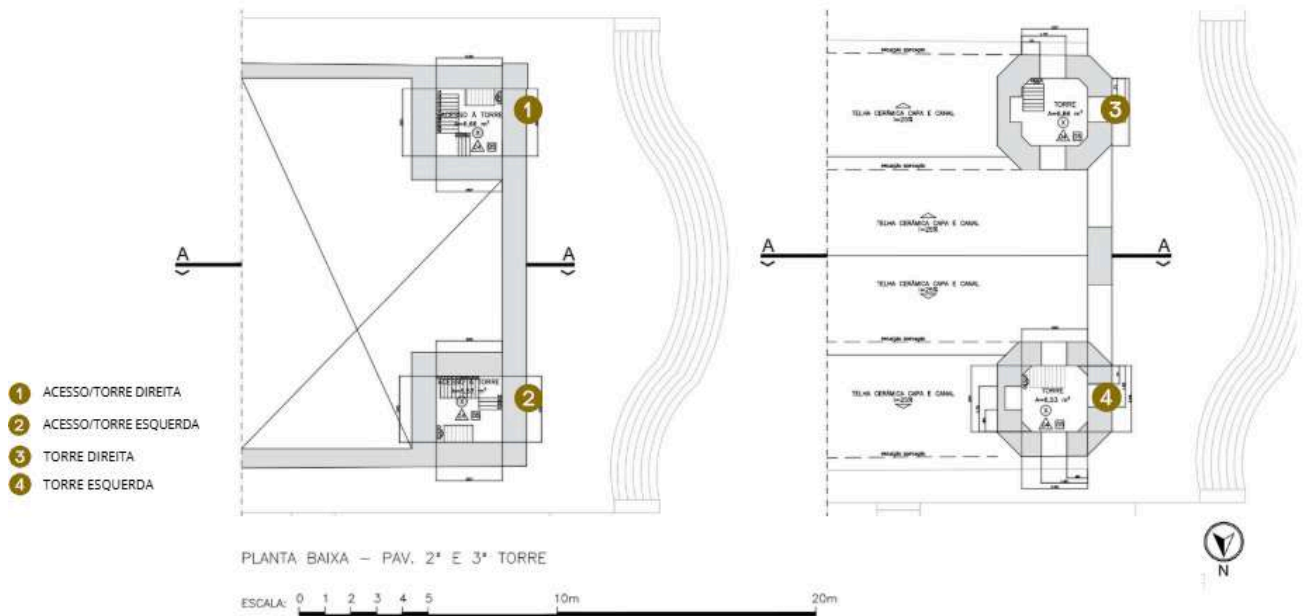
Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 50: Planta Baixa - Pav. Superior da Igreja Matriz de Laranjeiras.



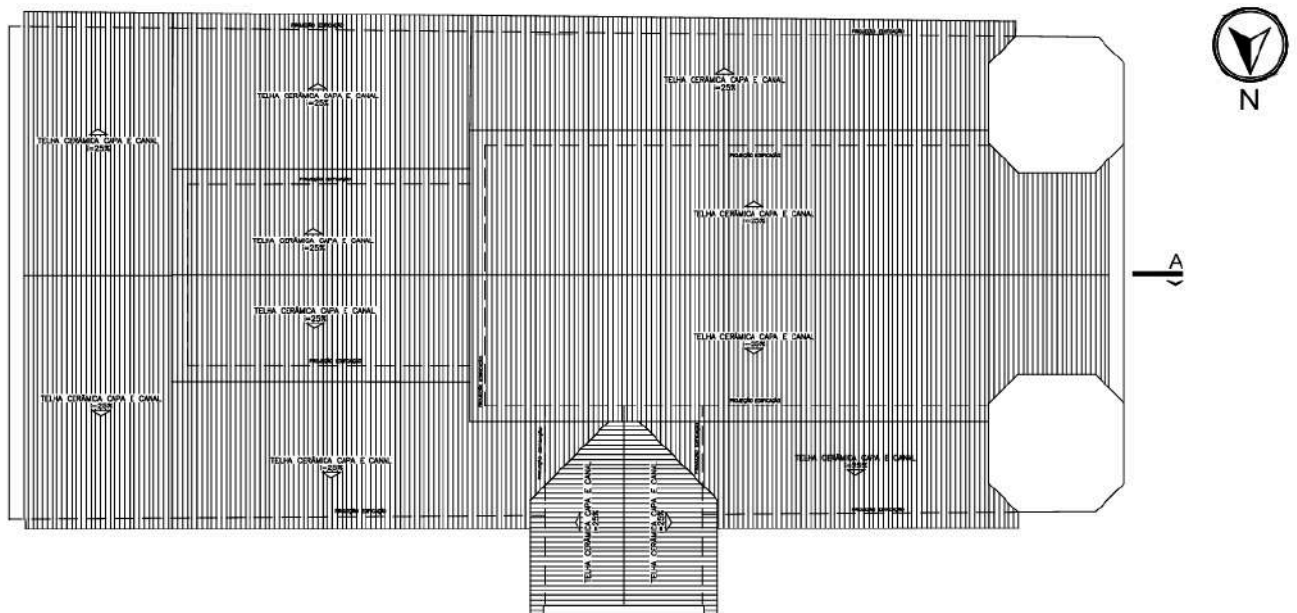
Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 51: Planta Baixa - Pav. 2º e 3º Torre da Igreja Matriz de Laranjeiras.



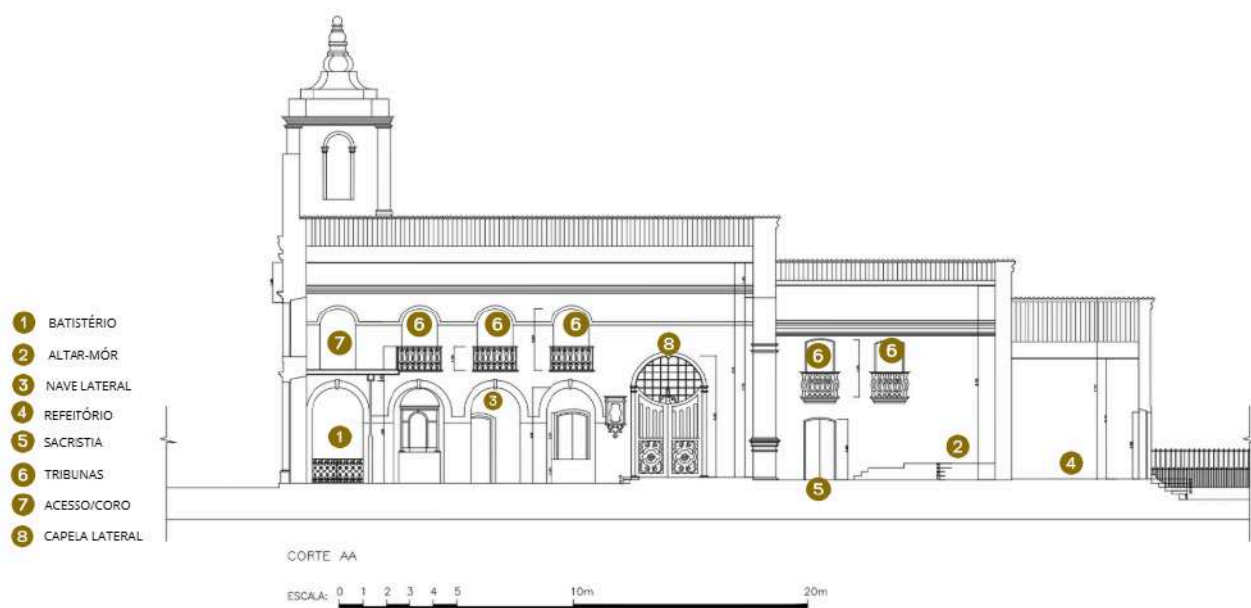
Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 52: Planta de Cobertura da Igreja Matriz de Laranjeiras.



Fonte: (IPHAN, 2007).

Figura 53: Corte AA da Igreja Matriz de Laranjeiras.



Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 54: Corte BB da Igreja Matriz de Laranjeiras.



Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 55: Fachada Oeste da Igreja Matriz de Laranjeiras.



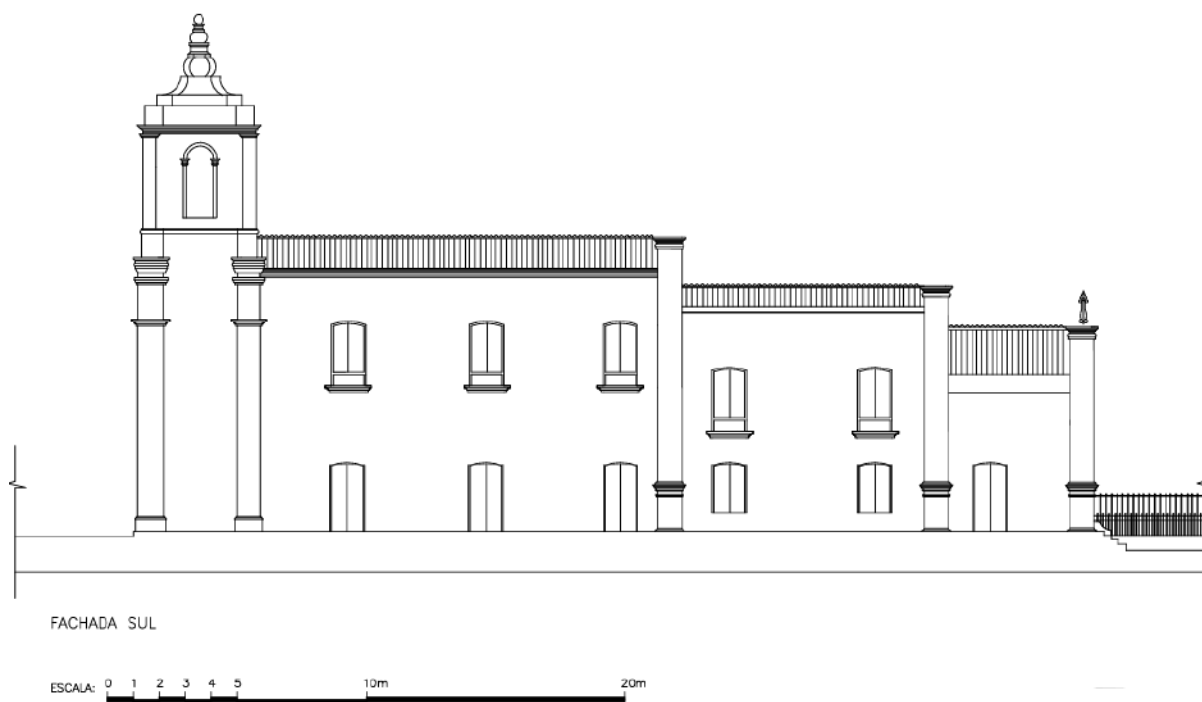
Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 56: Fachada Leste da Igreja Matriz de Laranjeiras.



Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 57: Fachada Sul da Igreja Matriz de Laranjeiras.



Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

Figura 58: Fachada Norte da Igreja Matriz de Laranjeiras.



Fonte: (IPHAN, 2007) com edições da autora, 2025.

5. MAPEAMENTO DAS PATOLOGIAS

5.2. FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

As edificações, sejam elas de caráter histórico ou não, estão sujeitas a diversos agentes de degradação que comprometem tanto sua estrutura quanto sua estética. No entanto, quando se trata de bens de valor histórico, o fator tempo assume um papel ainda mais crítico, exigindo maior atenção e rigor nos procedimentos de manutenção e nas intervenções restauradoras. Isso ocorre porque a passagem do tempo intensifica os processos de deterioração, tornando indispensável uma abordagem técnica e criteriosa na identificação e tratamento dos danos (TINOCO, 2009, p. 13).

Dessa forma, torna-se necessário realizar uma investigação minuciosa e a sistematização dos danos presentes na edificação, com base em métodos consolidados de levantamento de patologias. Para a análise da *Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus*, utilizou-se como referência o manual *Mapa de Danos – Recomendações Básicas* (TINOCO, 2009), disponibilizado pelo Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada (CECI), além das contribuições metodológicas de Tirello e Correia (2010).

Segundo Tirello e Correia (2010), o mapeamento de danos constitui uma representação gráfica das patologias e alterações que os edifícios sofrem ao longo do tempo. Essa prática é fundamental para subsidiar a compreensão profunda dos processos de degradação que afetam os sistemas e componentes construtivos. Tinoco (2009), ao abordar o mesmo tema, destaca que essa ferramenta possibilita o “saber, o conhecer e o compreender, em todos os níveis, sobre as manifestações das degradações”, configurando-se, portanto, como um recurso essencial para o diagnóstico técnico e histórico das construções.

Dessa forma, os mapas de danos se consolidam como instrumentos analíticos que auxiliam na identificação, interpretação e compreensão das manifestações patológicas presentes em edificações, especialmente aquelas de valor histórico. No âmbito metodológico, Tinoco (2009) classifica os procedimentos de investigação dos danos em três categorias principais, cada uma com abordagens distintas, que podem ser aplicadas de forma complementar, conforme o estado de conservação e as especificidades do bem analisado.

O método direto é caracterizado pelo contato físico com o objeto de estudo, permitindo uma exploração tátil e visual imediata. Nesse processo, são realizados esboços gráficos manuais e, quando necessário, a remoção controlada de fragmentos degradados para

análise. Trata-se, portanto, de um método de caráter destrutivo, que deve ser empregado com extrema cautela, sobretudo quando estiverem em risco elementos que conferem autenticidade à edificação.

O método indireto, por sua vez, baseia-se na análise de documentos históricos, registros gráficos, fontes iconográficas e relatos orais, além do uso de instrumentos e tecnologias não invasivas. Essa abordagem tem natureza não destrutiva e aproxima-se do método científico, uma vez que se estrutura na coleta sistemática de dados, formulação de hipóteses e interpretação analítica dos resultados.

Já o método misto integra elementos dos dois anteriores, mas com ênfase no uso de tecnologias de baixo impacto, mantendo o caráter não destrutivo da investigação. A proposta é unir a precisão técnica com a preservação do objeto, ampliando as possibilidades de diagnóstico sem comprometer sua integridade física.

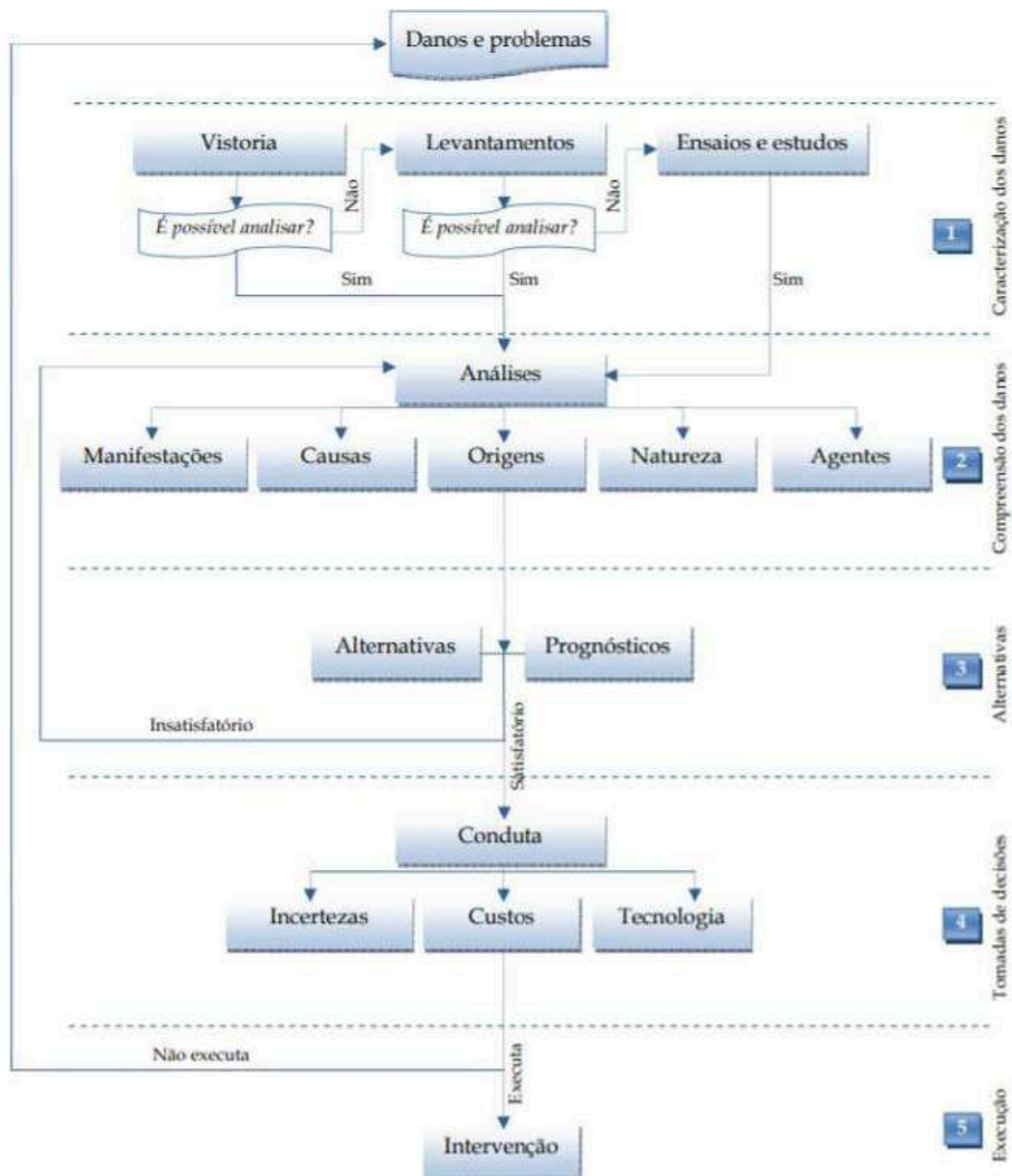
Além da definição dos métodos, Tinoco (2009) propõe três etapas fundamentais para o processo de análise: levantamento das informações, análise dos danos e definição da conduta. A primeira etapa requer o conhecimento prévio sobre os materiais utilizados, as técnicas e sistemas construtivos empregados, bem como a relação destes com o meio ambiente em que se inserem. Nessa fase, são recomendadas vistorias in loco, a coleta de dados históricos e a formulação de hipóteses diagnósticas (anamnese), complementadas por análises laboratoriais.

A segunda etapa, de análise dos danos, consiste na sistematização das informações coletadas para compreender a origem, a extensão e a gravidade das manifestações patológicas. Essa análise se apoia em diversas fontes, como documentos técnicos, relatos de usuários e observações diretas.

Por fim, a definição da conduta envolve a elaboração de estratégias de intervenção, embasadas nos dados obtidos e, quando necessário, na realização de ensaios laboratoriais que possibilitem um entendimento aprofundado dos processos patológicos. Essa etapa demanda exaustividade investigativa, a fim de assegurar intervenções eficazes e compatíveis com a preservação do bem.

Tinoco (2009) apresenta um diagrama, para melhor entendimento geral desse processo, nele é possível identificar a disposição das etapas e como ele as organiza.

Figura 59: Diagrama - Processo para identificação e mapeamento de danos.



Fonte: Tinoco (2019, p. 12).

Os mapas de danos e as Fichas de Identificação de Danos (FIDs) situam-se na segunda etapa do processo de análise, correspondente à caracterização das patologias construtivas. Nessa fase, torna-se essencial identificar e compreender a natureza dos danos presentes no objeto de estudo, de modo a embasar a definição de condutas e estratégias de intervenção. Os mapas de danos, nesse contexto, constituem representações gráficas fundamentais para a formulação de diretrizes de ação, permitindo o planejamento de procedimentos como limpeza, consolidação, substituição de materiais, estimativas orçamentárias e ações de monitoramento preventivo.

Tais representações são, em geral, compostas por plantas baixas e elevações, acompanhadas da identificação precisa dos danos ou alterações encontradas, expressas por meio de manchas gráficas (como hachuras), cores, símbolos e códigos numéricos. De acordo com Tirello e Correia (2010), esses elementos facilitam a leitura visual do estado de conservação e possibilitam a identificação dos agentes de degradação, suas causas prováveis e os locais afetados. Com isso, os mapas tornam-se instrumentos fundamentais para o entendimento abrangente das manifestações patológicas, contribuindo para uma tomada de decisão técnica mais segura e adequada às especificidades do bem analisado.

Para a elaboração do mapa de danos, Tinoco (2009) destaca a importância das Fichas de Identificação de Danos (FIDs), as quais funcionam como um banco de dados estruturado, voltado à identificação das causas das patologias, à avaliação da intensidade da degradação e à definição preliminar das possíveis medidas de intervenção. As FIDs permitem sistematizar as informações coletadas durante a análise, promovendo uma base sólida para o planejamento de ações conservativas e restauradoras.

Complementando essa abordagem, Tirello (2010) propõe uma padronização da linguagem informativa utilizada nas FIDs (Figura 60), o que contribui para a clareza e objetividade na descrição dos danos. Além disso, o autor sugere o diálogo com normativas internacionais voltadas à conservação do patrimônio, as quais serviram de referência na estruturação do mapa de danos. Dessa forma, a integração entre essas diretrizes e as práticas metodológicas propostas favorece a construção de um diagnóstico preciso e a posterior definição de diretrizes de intervenção mais adequadas ao objeto analisado.

Figura 60: Padrão das informações para uma ficha de identificação de danos.

indica a posição do dano na escala de alteração do substrato

nome do dano em português e em italiano

nº da ficha

guia para representação do dano em arquivos CAD contendo o tipo de hachura e a cor do layer

FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS conforme UNI 11182/2006 **FICHA 01/27**

código: **D060** nome: **lacuna . lacuna** substrato: **TIJOLO**

Graduação do dano em função da mudança do estado do substrato:

perda de matéria

alteração de matéria

aumento de matéria

hachura da antiga Normal 1/80

Imagem retirada da UNI 11182/2006

Definição da UNI 11182/2006

Imagem do dano no substrato Tijolo

Indica as causas primárias principais

Os quadrados negros indicam os mecanismos de ação principais do dano

EXEMPLO UNI

REPRESENTAÇÃO NORMAL 1/80

Letzaset 923

REPRESENTAÇÃO EM ARQUIVO CAD

Campos do comando 'hatch' (AutoCAD)

HACHURA (pattern): SOLID

ÂNGULO (angle): não se aplica

ESCALA (scale): não se aplica

COR HSL: 60,79,35

COR RGB: 191,191,57

Perda de continuidade da superfície (parte de um reboco e pintura, pedaço de massa ou telhas de cerâmica, mosaicos, etc)

CAUSA

Choques mecânicos:

Proximidade com materiais de diferentes propriedades físico-químicas:

MECANISMO

Físico

Químico

Diológico

Antrópico

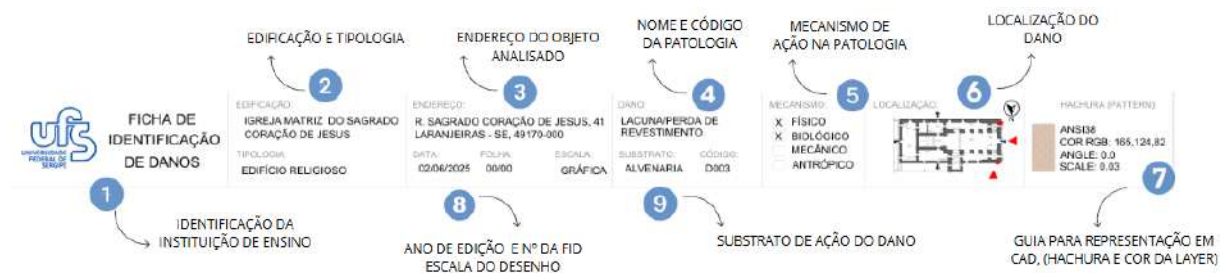
Fonte: Tirello e Correia (2010).

Conforme a estrutura proposta por Tirello e Correia (2010), a ficha utilizada neste estudo foi organizada em formato A3-PAISAGEM (ver o APÊNDICE - 1), buscando reunir, de maneira clara e objetiva, as principais informações necessárias à análise do dano identificado. O cabeçalho, localizado na parte superior da ficha, concentra os dados essenciais da FID, como a identificação da edificação, o número da ficha, a localização do dano e a data do registro.

Elas são compostas de representações gráficas que indicam, com precisão, as fachadas ou elementos construtivos onde o dano se manifesta. Compõe também a FID, as imagens obtidas in loco, que ilustram visualmente a situação observada. Já no lado direito da ficha, estão dispostos os campos destinados à descrição do dano, identificação da causa provável, classificação do nível de degradação e, por fim, as recomendações técnicas para o tratamento ou intervenção adequada.

Abaixo, apresenta-se um esquema ilustrativo da FID (Figura 61) elaborado com base nesse modelo, que foi adotado como referência metodológica ao longo do estudo.

Figura 61: Danos de cabeçalho da ficha de identificação elaborada.



Fonte: Autora (2025).

O mapeamento de danos desenvolvido a partir das Fichas de Identificação de Danos (FIDs) foi organizado em pranchas no formato A2-PAISAGEM (ver o APÊNDICE - 2), elaboradas com base nos diagramas metodológicos propostos por Tirello e Correia (2010). A estrutura gráfica foi concebida para viabilizar uma leitura clara e padronizada das patologias identificadas, adotando recursos visuais compatíveis com plataformas de desenho assistido por computador (CAD).

No que se refere à representação por hachuras, utilizou-se uma tabela específica que contempla quatro colunas principais: a primeira indica o nome da patologia; a segunda apresenta a hachura correspondente de forma gráfica; a terceira informa a nomenclatura da hachura na plataforma CAD; e a quarta coluna especifica o ângulo de aplicação da hachura, o que permite sua correta reprodução técnica nos desenhos.

Paralelamente, foi adotada uma tabela de cores complementares, estruturada em três colunas. A primeira refere-se ao tipo de patologia; a segunda apresenta o código de cor no sistema HSL — que se baseia em uma escala angular de 0° a 360° para definir a tonalidade —; e a terceira coluna traz o correspondente código RGB, sistema amplamente utilizado em ambientes computacionais, baseado em uma escala de 0 a 255 para as três componentes de cor (vermelho, verde e azul). Essa organização contribuiu para a uniformização dos registros gráficos e facilitou a visualização das manifestações patológicas ao longo das fachadas e elementos construtivos da edificação analisada. Os mapas de danos consistem em documentos técnicos que apresentam, de forma rigorosa e minuciosa, a descrição gráfica e fotográfica de todas as manifestações patológicas observadas na edificação. Conforme destaca Tinoco

(2009, p. 16), esse recurso permite a discriminação visual detalhada dos danos, constituindo-se em uma importante ferramenta para o diagnóstico e a tomada de decisão técnica em intervenções de conservação.

Figura 61: Ficha de identificação da Igreja Matriz.

	FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	EDIFICAÇÃO:	R. Sagrado Coração de Jesus, 41		DANO:	UMIDADE DESCENDENTE		MECANISMO:	LOCALIZAÇÃO:	HACHURA (PATTERN):
		IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS	Laranjeiras - SE, 49170-000		UNIDADE DESCENDENTE	X FÍSICO X BIOLÓGICO X MECÂNICO X ANTROPICO			DOTS COR: RGB: 122,191,255 ANGLE: 0.0 SCALE: 0.03	
		TIPOLOGIA:	EDIFÍCIO RELIGIOSO		DATA:	FOLHA:	ESCALA:	SUBSTRATO:	CODIGO:	
					02/05/2025	00/00	GRÁFICA	ALVENARIA	D004-A	

LEVANTAMENTO GRÁFICO:

FACHADA OESTE
ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m

FACHADA LESTE
ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m

DEFINIÇÃO DO DANO:

A umidade descendente é a absorção capilar de água pelos materiais que constituem a obra, tais como as fundações, lajes, paredes, tijolos, argamassa e reboco. Variação cromática derivada de elementos naturais, como óxido de ferro, extrato de madeira e outros produtos de oxidação.

CAUSA DO DANO:

A principal causa da umidade descendente são decorrentes de problemas em andares superiores, telhado ou lajes. Ou seja, no caso da igreja em questão essas umidades são decorrentes de infiltrações no telhado por falta de manutenção, assim como através das esquadrias quando chove.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

O primeiro passo é identificar os pontos frágeis da edificação, onde as manchas revelam a presença de infiltração. Nesses locais, é necessário retirar o reboco úmido, selar as fissuras e impermeabilizar as juntas entre os materiais. Só depois disso é que se deve refazer o reboco, garantindo uma aplicação bem-feita. Mas vale lembrar que, geralmente, o problema começa no topo da construção — por isso, a principal correção está nas falhas da cobertura. É fundamental corrigir a inclinação do telhado, substituir telhas quebradas, refazer rufos, calhas e algerozes, entre outras ações que evitem novas infiltrações.

Depois que as peças danificadas forem trocadas e as áreas impermeabilizadas, deve-se retirar o reboco comprometido.

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:

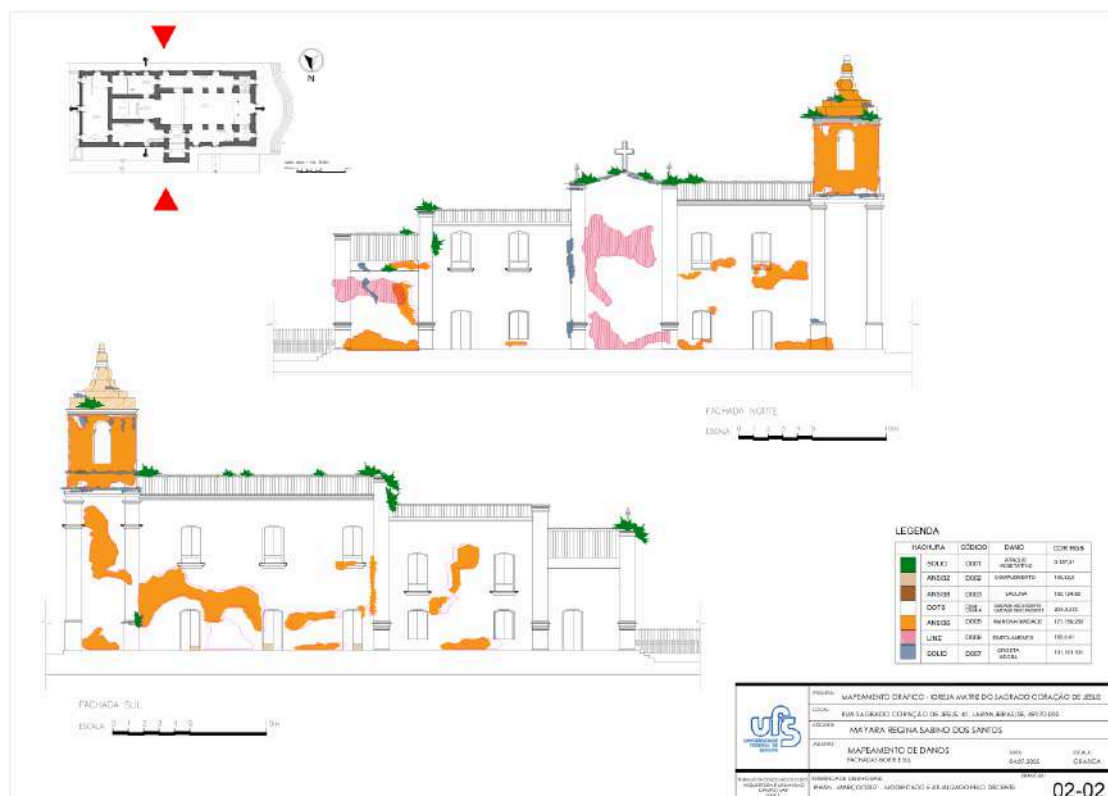
Fonte: Autora (2025).

A elaboração dos mapas tem origem na consolidação das informações coletadas nas Fichas de Identificação de Danos (FIDs), as quais, ao serem organizadas de maneira sintética, subsidiam uma representação mais ampla e integrada da situação do objeto de estudo. Esses mapas (Figura 62) trazem, portanto, a visualização gráfica da edificação acompanhada de códigos de identificação que remetem às patologias previamente descritas nas fichas, proporcionando uma leitura direta e técnica dos pontos críticos da estrutura.

Além disso, os mapas apresentam legendas cromáticas localizadas, em geral, na porção superior direita da prancha, facilitando a associação entre as cores e os tipos de degradação representados. Também são incluídas plantas de localização e vistas em corte e elevação (frequentemente chamadas de “plantas mosca”), que oferecem uma compreensão

espacial precisa das áreas afetadas, fortalecendo a capacidade de análise e intervenção sobre o bem patrimonial.

Figura 62: Prancha 01/02 - Mapa de Danos das Fachadas Leste e Oeste da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus.



Fonte: Autora (2025).

A partir dessa metodologia e seguindo essas recomendações, entende-se que é possível realizar um levantamento preciso e detalhado das patologias que acometem o objeto em estudo. De forma clara e objetiva, as Fichas de Identificação de Danos (FIDs) não apenas subsidiam a elaboração dos mapas de danos, mas desempenham um papel mais amplo no processo de documentação e conservação. Como afirma Tinoco (2009, p. 20), as FIDs “não se restringem a subsidiar os estudos e análises na produção de um mapa de danos”, mas se configuram como um sistema de documentação primária, cuja leitura e interpretação servem de base informacional para o planejamento de ações de manutenção e conservação preventiva em edificações. Nesse sentido, as FIDs e o Mapeamento de Danos (ver o APÊNDICE - 1 e 2), consolidam-se como instrumentos essenciais para gestão contínua do patrimônio construído e para propor recomendações de intervenção.

6. ANÁLISE DE ENSAIOS DA IGREJA MATRIZ

6.1. ENSAIOS LABORATORIAIS

Os ensaios laboratoriais aqui demonstrados correspondem a uma análise do trabalho do grupo de pesquisa (PIBIC) da UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE em 2023/2024, que teve como plano: *Estudo de Argamassas antigas da Matriz do Sagrado Coração de Jesus em Laranjeiras SE/BR*. No estudo citado, é posto à prova a interação dos materiais sob as superfícies parentais históricas “conhecendo as características das argamassas antigas, o que é possível através de análises químicas e físicas” (KANAN, 2008, p. 37). Por isso, será abordado neste trabalho a análise dos *ensaios de umidade* realizado na Igreja Matriz de Laranjeiras no ano de 2024 pelo grupo de pesquisa (PIBIC).

Estes ensaios estão contidos na técnica de ensaios destrutivos (ED), dessa forma foi necessário ocorrer previamente o processo de coleta de amostras. Para isto, são determinados pontos estratégicos para a coleta dessas amostras, tendo como base uma análise prévia das fichas de identificação e mapeamento de danos, normalmente os pontos escolhidos para a recolha da amostra, são locais que visualmente apresentam degradações e patologias.

Ainda que se trate de uma técnica destrutiva, sempre deve-se julgar o local de retirada e verificar se há possibilidades de tornar menos invasiva essa etapa. Na Igreja Matriz, foi encontrado alguns locais com argamassa já exposta diante do grau de avanço das patologias, para auxiliar a coleta foi feitas algumas perfurações com auxílio de uma talhadeira, martelo e bandeja, dentre outros materiais (Figura 63) necessários para a coleta. Foram utilizados coletores de exames laboratoriais e depois enrolado com papel filme, conforme recomendações do CTPR– Centro de Tecnologia da Preservação e Restauro da UFS.

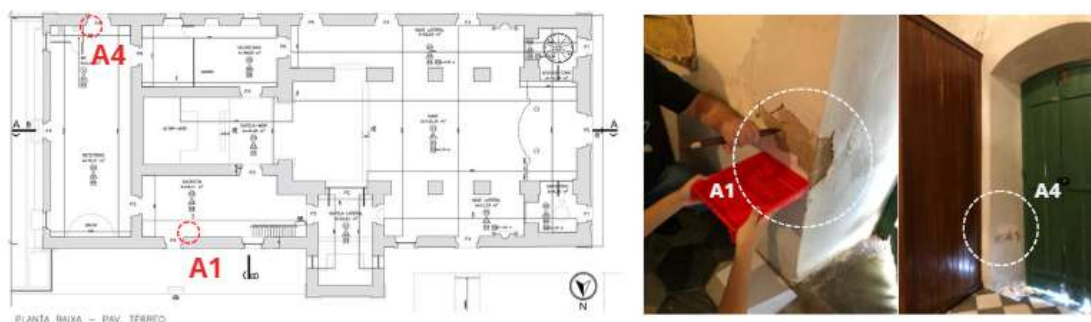
Figura 63: Materiais utilizados nas atividades em campo, para realização de coleta das amostras da Igreja Matriz de Laranjeiras/SE.



Fonte: PIBIC, 2024.

De acordo com Pibic (2024), foram recolhidas um total de quatro amostras e classificadas como: A1, A2, A3 e A3.1, esta última corresponde à uma variação da A3. No pavimento térreo, duas amostras foram extraídas, a amostra A1 na lateral da porta na sala denominada Sacristia, e a amostra A4, retirada ao lado da porta da fachada sul do refeitório, como mostra a figura 64.

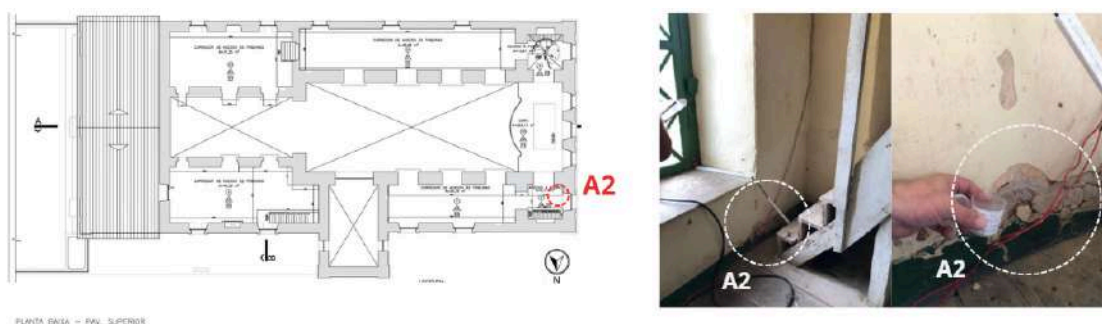
Figura 64: Planta baixa térreo, em destaque os pontos de coleta das amostras A1 e A4



Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base nos dados (PIBIC, 2024).

No pavimento superior no corredor que tem acesso às tribunas, na sala esquerda do Altar-mor (Figura 65), foi recolhida a amostra A2, esta não foi necessário uso de materiais para perfuração pois material encontrava-se descolado do seu substrato.

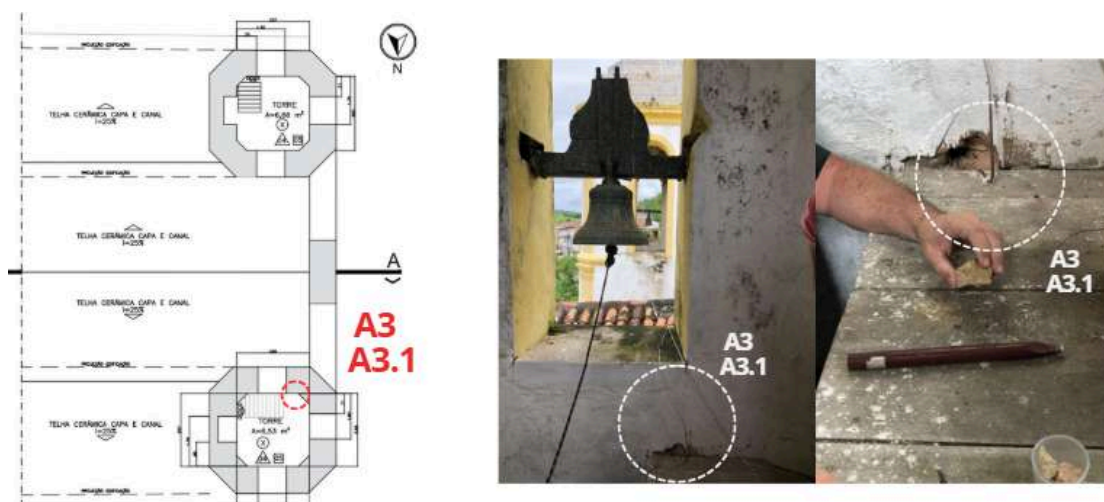
Figura 65: Planta baixa do pavimento superior, em destaque local de coleta da amostra A2.



Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base nos dados (PIBIC, 2024).

A última amostra, A3 e A3.1, foram recolhidas da torre esquerda, também sem a necessidade de perfuração, pois foi possível recolher sem uso de força dois torrões de argamassa de uma pequena abertura encontrada na torre como mostra a figura 66. Todos os locais perfurados, ao final foram fechados com gesso.

Figura 66: Planta baixa do 3º das torres, em destaque ponto de coleta da amostra A3 e A3.1 na torre esquerda da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus.



Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base nos dados (PIBIC, 2024).

Entretanto, o ensaio de umidade realizado com apenas a extração de uma amostra é limitado para determinar a causa da umidade, pois apresenta uma leitura rasa da patologia. Nesse caso seria necessário ao menos a extração de três amostras ou mais em pontos com diferentes alturas e afastamento da faixa da porta, para compreender a dinâmica de como essa patologia se propaga pela superfície. As argamassas em estudo sofrem de umidade por capilaridade que consiste no processo pelo qual a água ascende ou se infiltra em materiais porosos (como argamassas, concretos, tijolos, pedras) sem a necessidade de pressão externa, movendo-se apenas pela ação das forças intermoleculares entre o líquido e as paredes dos poros do material (OLIVEIRA, 2002).

Dessa forma, é deve-se usar como orientação a ABNT NBR 9779 – “Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade” (1995/2012, p. 2) que afirma, “para análise de composições de argamassa ou concreto, a amostra deve ser constituída de no mínimo três corpos de prova” o que muitas vezes não é possível de ser praticado em edificações históricas pelo valor patrimonial que essa edificações possuem, ou seja, a elevada quantidade de extrações de amostras, ainda que em busca de promover melhorias para a edificação causam uma degradação.

Segundo Pibic (2024), para determinar o Teor de Umidade das amostras recolhidas da Matriz foi realizado o ensaio de umidade, inicialmente foram colocadas as amostras em Placas de Petri previamente limpas e identificadas, em seguida foram pesadas em uma

balança de precisão (Figura 68). Todas as Placas de Petri também foram pesadas (Figura 67), pois o peso de cada amostra é encontrado por meio da subtração do peso da Placa de Petri, resultando no peso da amostra úmida.

Figura 67: Amostra em Placa de Petri sendo pesada em balança de precisão.

Figura 68: Placa de Petri sendo pesada sem a amostra, em balança de precisão.



Fonte: (PIBIC, 2024).

Após essa etapa, as amostras passaram por uma queima na estufa por um período de vinte e quatro horas em uma temperatura de 75° C (Figura 69 e 70). Depois disto, as amostras são coladas no dessecador com sílica por quinze minutos para resfriamento (Figuras 71) e pesadas novamente para obter o peso da amostra seca (Figura 72), sabendo que ao final é preciso subtrair novamente o peso da Placa de Petri para assim coletar o resultado somente do peso da amostra seca (PIBIC, 2024).

Figura 69: Amostras na estufa para queima . Figura 70: Estufa regulada para 75° C.



Fonte: (PIBIC, 2024).

Figura 71: Amostras no dessecador para resfriamento (esquerda).
Figura 72: Amostra seca para pesagem na balança de precisão (direita).



Fonte: (PIBIC, 2024).

Após a realização dos ensaios foi aplicada a fórmula ($%U = ((PU - PS) / PS) \times 100$) para calcular o Teor de Umidade, onde %U é o Teor de Umidade, PU é o Peso Úmido, e PS é o Peso Seco. O resultado obtido foi registrado na Tabela 5.

Tabela 5: Resultado do Teor de Umidade encontrado nas amostras.

Tabela 01: Determinação do Teor de Umidade das amostras A1, A2, A3, A3.1 a A4.					
PESOS (g)	AMOSTRA N°				
	A1	A2	A3	A3.1	A4
Placa	37,06	48,35	44,71	41,66	43,77
Placa+amostra úmida	87,67	93,44	72,41	93,78	97,55
Amostra úmida	50,61	45,09	27,70	52,12	53,78
Placa+amostra seca	84,17	93,18	71,82	92,94	94,71
Amostra seca	47,11	44,83	27,11	51,28	50,94
% UMIDADE	7,43%	0,58%	2,18%	1,64%	5,57%

Fonte: (PIBIC, 2024).

Observou-se que as amostras A1 (7,43%) e A4 (5,54%) apresentaram os maiores percentuais de Teor de umidade entre todas as avaliadas. Uma relação em comum existente entre essas duas amostras, é que ambas foram extraídas de regiões próximas às portas, sendo a A1 proveniente da segunda porta lateral esquerda da igreja, onde fica a Sacristia, e a A4 da porta lateral esquerda do Refeitório, ambas a uma altura de um metro aproximadamente em reação ao chão. A posição exposta desses componentes arquitetônicos favorece a incidência direta de chuva, o que justifica os elevados níveis de umidade detectados e pode indicar a ocorrência de umidade por ação das intempéries, caracterizado pela infiltração resultante do contato frequente com água de chuva, mas não é o suficiente para determinar a causa.

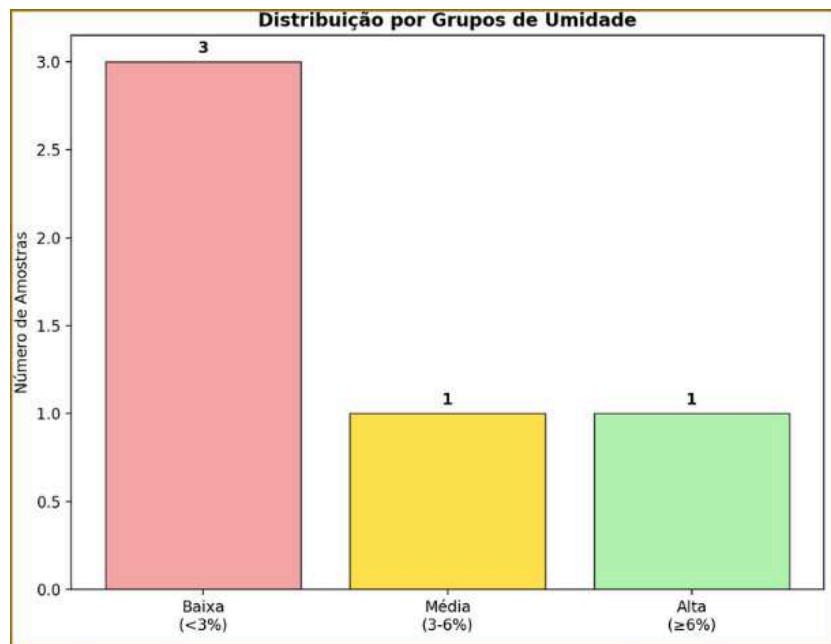
Em contrapartida, as amostras A3 (2,18%) e A3.1 (1,64%) coletadas na região da Torre, indicam sinais característicos de umidade por condensação. Esse tipo de umidade ocorre quando o vapor d'água presente na atmosfera se condensa ao entrar em contato com superfícies de temperatura mais baixa, processo comum em espaços arquitetônicos altos e expostos, como a Torre. Tais condições contribuem para o acúmulo gradual de umidade nas superfícies, conforme evidenciado pelas análises dessas amostras.

Por fim, a amostra A2 apresentou um teor de umidade significativamente menor de umidade, essa amostra coletada de uma área interna, por estar abrigada de influências externas, como chuva direta ou variações climáticas intensas, essa região tende a apresentar condições mais estáveis de temperatura e umidade, o que justifica o resultado encontrado. Logo o descolamento encontrado no local onde a amostra foi recolhida pode indicar a presença de outras patologias como stress mecânico, dilatação térmica, ataque por sais ou até mesmo incompatibilidade de materiais, sendo necessário a realização de outros ensaios e análise laboratorial.

A partir dos resultados quantitativos encontrados, é possível também realizar uma análise das relações entre as amostras, encontrando similaridades e padrões entre elas, possibilitando uma reflexão mais profunda do comportamento dessa patologia na Igreja Matriz.

A primeira análise das relações encontradas entre as amostras pode ser observada a partir de uma distribuição de grupos, com relação a sua porcentagem de Teor de Umidade, para isto, foi estabelecido três grupos de umidade como mostra o gráfico 1:

Gráfico 1: Distribuição das amostras por grupos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

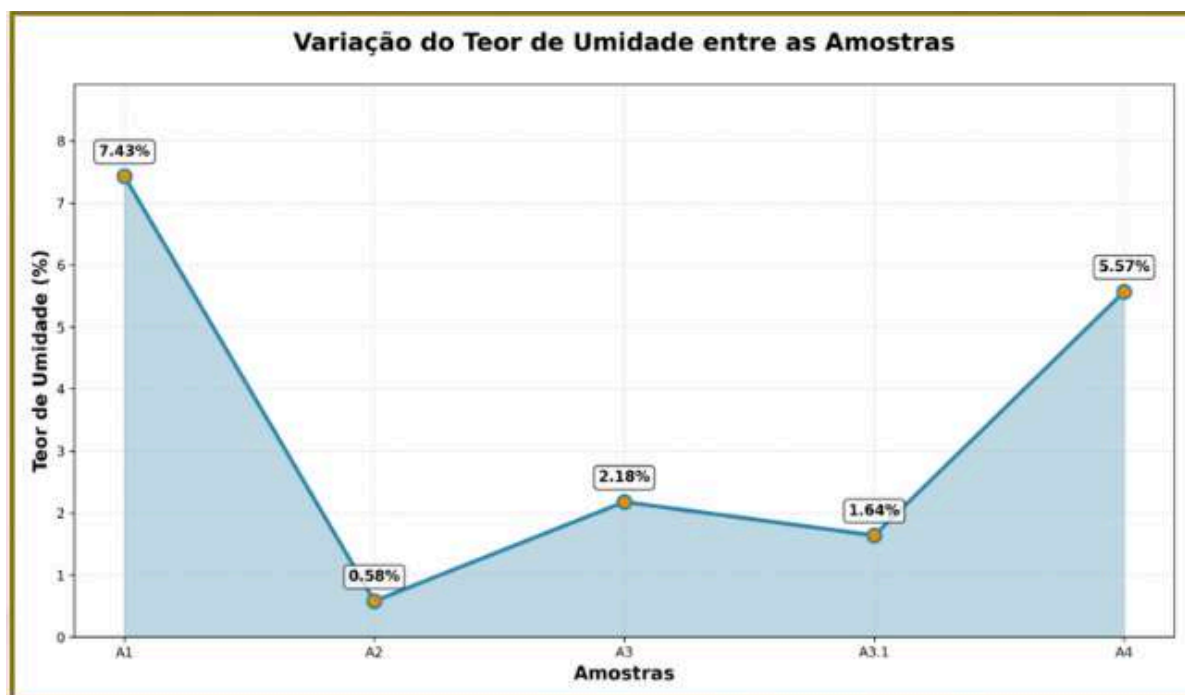
Onde,

- *Baixa*: teor de umidade $< 3\%$;
- *Média*: teor de umidade $> 3\%$ e $< 6\%$
- *Alta*: teor de umidade igual $\geq 6\%$

Dessa forma as amostras A2, A3 e A3.1 pertencem ao grupo de umidade Baixa, as amostras A4 no grupo de umidade Média e a amostra A1 no grupo de umidade Alta. Reforçando a similaridade entre as amostras A2, A3 e A3.1.

Outra relação entre o Teor de Umidade entre as amostras é o coeficiente de variação. No gráfico 2, temos o eixo horizontal (x), onde estão dispostas as amostras identificadas como A1, A2, A3, A3.1 e A4; já no eixo vertical (y), encontra-se o teor de umidade (%) correspondente a cada uma delas.

Gráfico 2: Coeficiente de variação do Teor de Umidade das amostras.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

O coeficiente de variação é uma medida estatística que expressa o desvio padrão amostral de um conjunto de dados em relação à sua média, sendo apresentado em forma percentual. Ele permite avaliar o quanto os dados variam em relação ao valor médio, o que é especialmente útil para comparar variabilidade entre conjuntos com médias diferentes. Nesse caso, adotou-se o desvio padrão amostral, uma vez que as cinco amostras representam apenas uma parte do total de pontos possíveis na edificação, caracterizando uma amostragem.

Para isto, é aplicada a seguinte fórmula para calcular o coeficiente de variação:

$$CV = \left(\frac{\sigma}{\mu} \right) \times 100$$

Onde,

- σ = desvio padrão
- μ = média aritmética
- O resultado é multiplicado por 100 para ser expresso em percentual (%)

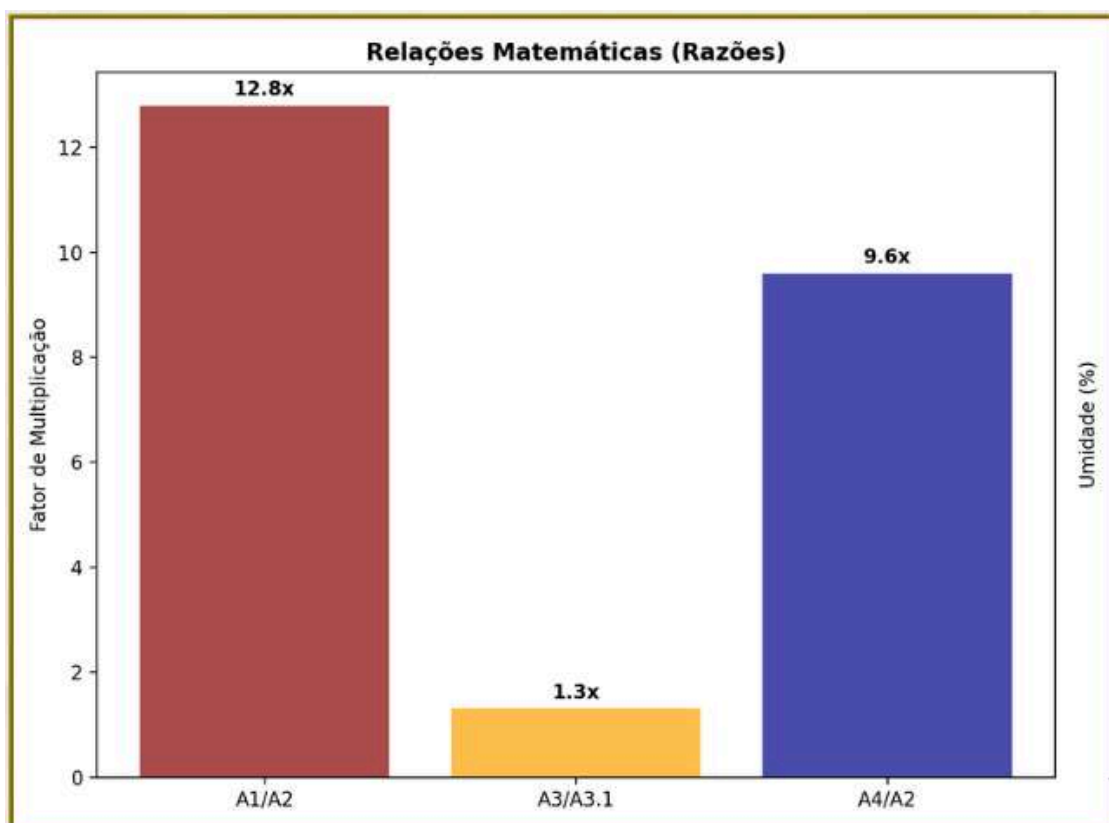
Aplicando os valores na fórmula do coeficiente de variação, encontra-se um resultado de 83,3% aproximadamente, isto indica uma variabilidade alta nos teores de umidade encontrados nas amostras. Essa dispersão reafirma à diversidade de condições ambientais a que os locais estão submetidos, como exposição direta à chuva, presença de umidade ascendente, ventilação natural, ou isolamento interno, os quais influenciam diretamente a capacidade de absorção de água dos materiais.

Em resumo, como os dados até aqui obtidos, é possível determinar as seguintes conclusões:

- Alta variabilidade ($CV = 83,3\%$) indica diferentes condições entre amostras
- A2 é claramente a mais seca das amostras
- A3.1 é uma variação de A3 com menor umidade
- A1 e A4 têm umidade similar - possível exposição a condições semelhantes
- Padrão sugere um processo com múltiplos condicionantes

Outra relação matemática é a Razão, a partir dos resultados é possível apresentar os fatores de multiplicação do Teor de Umidade, ou seja, quantas vezes um valor é maior que o outro. Compreender esse comportamento entre as amostras se torna útil, por exemplo, para determinar a prioridade no tratamento das regiões atacadas ou ainda ajudar na elaboração de um plano de restauração por etapas, focando primeiro nas zonas mais comprometidas. Se uma amostra tem, por exemplo, 12 vezes mais umidade que outra, como mostra o gráfico 3 ($A1/A2$), isso indica urgência maior de intervenção nesse local. Além disso, após as intervenções, os mesmos pontos podem ser reavaliados com novos testes de umidade, e as razões comparativas mostraram se houve melhora real no controle da patologia. O gráfico abaixo apresenta os resultados dessa análise:

Gráfico 3: Fator de multiplicação do Teor de Umidade das amostras.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Dessa forma, pode-se afirmar que:

- $A1/A2 = 12.8x$ (A1 é 12,8x mais úmida que A2)
- $A3/A3.1 = 1.3x$ (A3 é 1,3x mais úmida que A3.1)
- $A4/A2 = 9.6x$ (A4 é 9,6x mais úmida que A2)

6.2. ENSAIOS TERMOGRÁFICOS

Para alcançar o objetivo deste estudo, de realizar uma análise entre as técnicas de ensaios destrutivos (ED) e ensaios não destrutivos (END), após avaliar os resultados obtidos com o ensaio de umidade, adotou-se como metodologia a aplicação do ensaio de termografia nos mesmos pontos de coletas onde foram extraídas as amostras usada no ensaio anterior. A fim de comparar os resultados entre as duas técnicas de ensaios. Sendo assim, aqui será apresentado uma análise dos termogramas obtidos com a realização do ensaio de termografia.

Com o auxílio do Professor Éder Donizetti, também orientador deste trabalho, foram realizados no dia 20 de agosto de 2025, entre às 11:00 e 12:30 horas da manhã. Foi utilizada a Câmera Termográfica (Figura 73) da FLIR SYSTEMS, o modelo FLIR C5 (incl. Wi-fi) capaz de gerar imagens térmicas reais de 160×120 (19.200 pixels), já apresentada neste estudo (ver página 66).

Figura 73: Câmera Termográfica FLIR C5, utilizada para ensaio termográfico na Igreja Matriz.



Fonte: Autora, 2025.

A Câmera Termográfica necessita de ajustes nos Parâmetros de medição antes da realização do ensaio. De acordo com Souza (2010, p.11) devem ser fornecidas variáveis de entrada como:

- Emissividade
- Temperatura refletida
- Umidade relativa
- Temperatura atmosférica
- Distância

Para isto, alguns cuidados devem ser tomados ao fornecer essas variáveis, são eles (SILVA, 2020, p. 30):

1. Ajustar corretamente a emissividade;
2. Ajustar corretamente a temperatura refletida;
3. Verificar qual a paleta de cores permite a melhor interpretação da imagem;
4. Focar a imagem no momento da captura;
5. Ajustar a distância de medição (distância mínima de 1 metro);
6. Verificar se a superfície medida está livre de interferências óticas e térmicas;
7. Posicionar o termógrafo perpendicular à superfície medida;

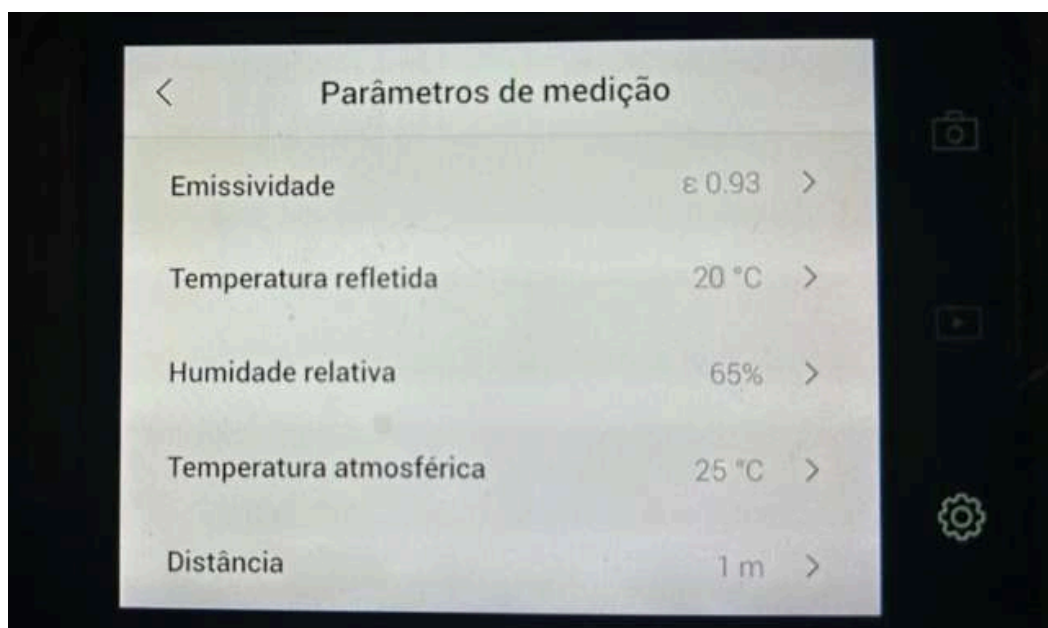
Para encontrar a emissividade do material foi consultada a tabela de emissividade mencionada neste trabalho (ver página 65). Assim foi utilizado emissividade $\varepsilon = 0,93$ de acordo com o material a ser analisado, na ausência de uma emissividade específica para argamassas, foi utilizado o valor de emissividade de um material similar as características das argamassas. De acordo com Silva (2020, p. 31, apud ASTM, 2004) a emissividade de um material desconhecido pode ser calculado da seguindo a norma ASTM E1862:

1. Colocar uma fita isolante preta sobre o material que se quer medir;

2. Ajustar a emissividade da câmera termográfica para 1,0;
3. Medir a temperatura da superfície do material captando a temperatura sobre a fita isolante;
4. Medir a temperatura do material fora da fita isolante com diversos ajustes de emissividade até que se encontre à mesma temperatura medida na fita isolante;

Já para o cálculo da temperatura refletida, Silva (2020, p. 31, apud ASTM, 2004)Silva (2020, p. 32, apud ASTM, 2004) utiliza uma folha de papel alumínio, inicialmente amassada e depois realinhada, fixada paralelamente à superfície do corpo de prova. Utilizando a câmera termográfica, ajusta-se a emissividade para 1,0 e extrai um termograma da região onde foi aplicada a folha de papel alumínio. Com ajuda do Software da FLIR Thermal Studio encontra o valor médio, essa será a temperatura refletida que deve ser inserida como variável de entrada para a ajuste nos parâmetros de medição. Para o ensaio desenvolvido em campo neste estudo foi utilizado o valor de 20° C para a temperatura refletida. Lembrando que não existe no local fontes de radiação direta que possam causar interferência térmica para o ensaio. As demais variáveis de entrada ajustadas na câmera termográfica (Figura 74) antes do ensaio termográfico foram: umidade relativa = 65%, temperatura atmosférica = 25° C, o filtro mais utilizado foi o Elevado contraste de Arco-íris e distância = 1 metro.

Figura 74: Foto da tela da Câmera Termográfica FLIR C5 com parâmetros de medição ajustados, antes do ensaio termográfico na Igreja Matriz.

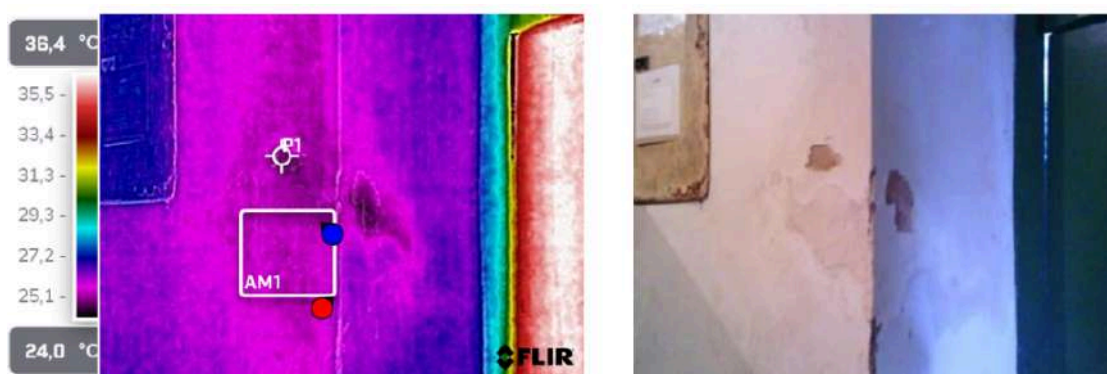


Fonte: Autora, 2025.

Realizada essa etapa de ajustes, foram realizadas pelo menos duas capturas nos mesmos pontos de onde foram extraídas as amostras A1, A2, A3, A3.1 e A4, utilizadas nos ensaios de umidade em laboratório pelo grupo de pesquisa (PIBIC) citado anteriormente. As capturas feitas com a Câmera FLIR C5, foram colocadas no software FLIR Thermal Studio, para gerar os termogramas e relatórios para a análise.

A figura 75 corresponde ao termograma da amostra A1, realizado com os parâmetros de medição especificados anteriormente. O retângulo AM1 indica a região de retirada da amostra, o ponto em azul o local mais frio e o vermelho o mais quente deste recorte, já o ponto externo P1, indica o ponto mais frio de toda captura.

Figura 75: Termograma da amostra A1 realizado na Igreja Matriz.



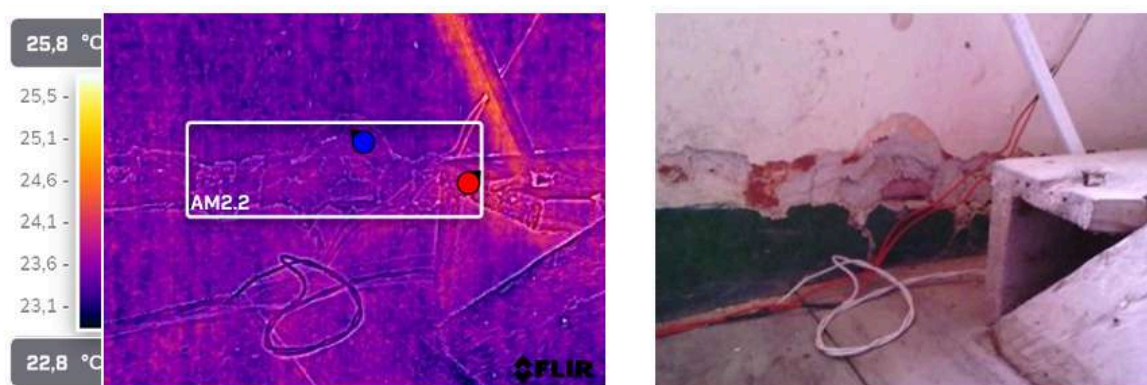
Fonte: Autora, 2025.

A imagem termográfica da parede colocalizada a amostra A1, revela uma importante anomalia térmica localizada em uma porção da alvenaria com temperaturas entre 24,5 °C e 36,9 °C. Dentro da área de medição (retângulo AM1), as temperaturas variam de forma mais controlada, entre 24,9 °C (mínima pontual) e 26,0 °C (máxima local), com uma média de 25,4 °C. Esta diferença entre o valor máximo da cena (36,9 °C) e o comportamento térmico localizado em AM1 reforça a ideia de que há ali uma zona de resfriamento ou retenção térmica atípica, indicando a possível presença de umidade.

A imagem em luz visível confirma a ocorrência de patologias, como manchas de umidade, descolamento de reboco e perda do acabamento superficial, coincidindo espacialmente com a região fria detectada na imagem termográfica. Essa correlação direta valida a interpretação de que há um processo de degradação ativo na parede, possivelmente causado por umidade ascendente, infiltração lateral ou ainda por falta de ventilação interna.

A figura 76 corresponde ao termograma da amostra A2, realizado com os parâmetros de medição especificados anteriormente. O retângulo AM2.2 indica a região de retirada da amostra, o ponto em azul o local mais frio e o vermelho o mais quente deste recorte.

Figura 76: Termograma da amostra A2 realizado na Igreja Matriz.



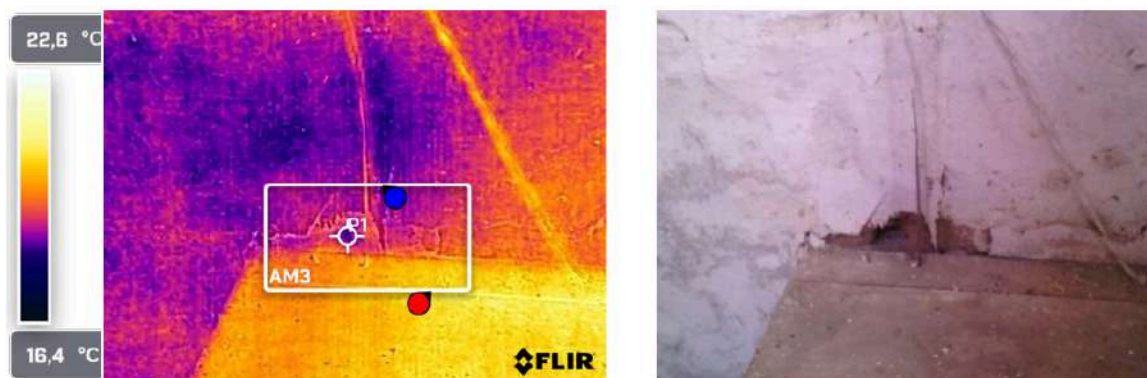
Fonte: Autora, 2025.

A imagem termográfica da região AM2.2 (segunda captura dessa amostra) indica a presença de uma anomalia térmica concentrada na base da parede, próxima ao rodapé, evidenciada por um padrão de resfriamento localizado e faixas térmicas irregulares.

Na área analisada (AM2.2), a temperatura variou entre 23,1 °C (mínima) e 24,0 °C (máxima), com uma média de 23,5 °C, valores inferiores aos registrados em áreas circundantes, sugerindo um comportamento térmico diferenciado. Essa diferença pode ser atribuída à presença de umidade por infiltração. Já na imagem em luz visível confirma-se visualmente a presença de descolamento de reboco, indicando deterioração superficial associada à migração de sais solúveis por capilaridade, provocada pela umidade.

A figura 77 corresponde ao termograma da amostra A3 e A3.1, realizado com os parâmetros de medição especificados anteriormente. O retângulo AM3 indica a região de retirada das amostras, o ponto em azul o local mais frio e o vermelho o mais quente deste recorte. Para este termograma foi necessário realizar uma alteração de filtro para melhor visualização da área em análise, utilizando o filtro Lava.

Figura 77: Termograma da amostra A3 e A3.1 realizado na Igreja Matriz.



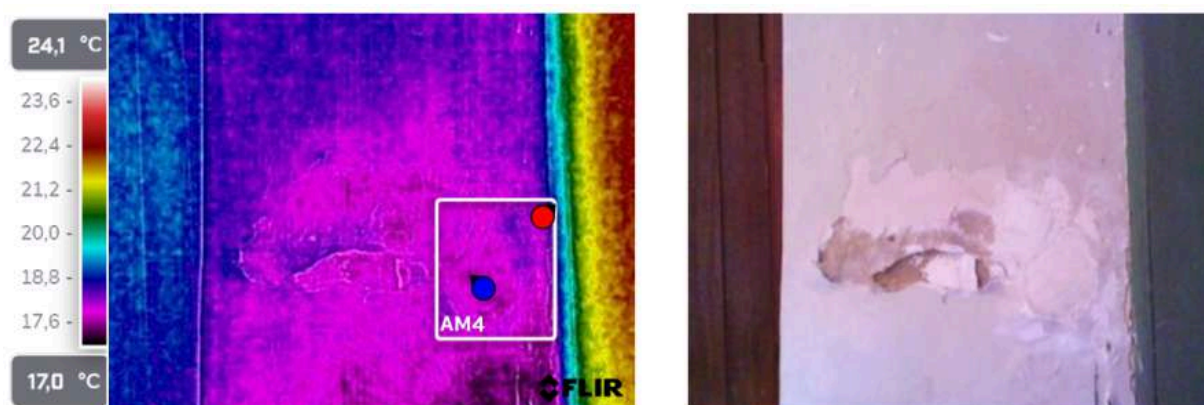
Fonte: Autora, 2025.

A análise dos dados térmicos obtidos por meio da câmera termográfica FLIR revela que a área marcada como AM3 apresenta uma temperatura média de 19,2 °C, com valor mínimo de 18,2 °C (registrado também no ponto P1) e máximo de 20,7 °C. Esses valores estão significativamente abaixo da temperatura ambiente de referência (25,0 °C), registrada no momento do ensaio. A diferença térmica notável entre as regiões analisadas indica claramente a existência de umidade, uma vez que superfícies úmidas tendem a apresentar menor temperatura superficial devido à maior condutividade térmica da água, além da evaporação natural que retira calor da superfície. O que justifica por se tratar das amostras retiradas na Torre esquerda da igreja, onde ocorre o efeito de condensação de ar frio retido na cúpula.

O termograma mostra visivelmente que não há relação de umidade entre solo e paredes, pois somente na área de parede se encontra registro de baixa temperatura, reforçando o indicativo de umidade por condensação na cúpula da torre que se distribui pela parede.

A figura 78 corresponde ao termograma da amostra A4, realizado com os parâmetros de medição especificados anteriormente. O retângulo AM4 indica a região de retirada das amostras, o ponto em azul o local mais frio e o vermelho o mais quente deste recorte.

Figura 78: Termograma da amostra A4, realizado na Igreja Matriz.



Fonte: Autora, 2025

A análise termográfica realizada na área identificada como AM4 apresenta dados importantes para a avaliação da condição da superfície da parede investigada. O termograma apresenta uma faixa de temperaturas que varia entre 17,4 °C e 24,1 °C, com uma temperatura média de 17,9 °C. Observa-se que a área analisada está significativamente mais fria em comparação com a temperatura ambiente, que são indicativos típicos de regiões com presença de umidade. A imagem visual anexa mostra claramente danos no revestimento da parede, com partes descascadas e áreas que apresentam manchas, confirmando a suspeita que indica a incidência de umidade acumulada no local. Esse tipo de problema pode ser resultado de umidade ascendente ou infiltração oriunda da esquadria com meio de infiltrações, pois se percebe que a região fria se concentra junto à porta. Pode indicar ainda a junção das duas causas.

Além disso, a distribuição de temperatura mostra uma coloração significativa das faixas térmicas que indicam temperaturas mais baixas, entre 17 e 19 °C, reforçando a predominância da umidade na região analisada. Em suma, a identificação visual combinada com os dados térmicos permite compreender melhor a extensão do dano e a necessidade de intervenções específicas para a reparação e prevenção de futuros problemas.

6.3. ENSAIOS VERSUS UMIDADE

Com base na análise dos resultados obtidos após a realização das duas metodologias citadas nesse estudo, o ensaio de umidade que representa os ensaios destrutivos (ED) e o ensaio termográfico que é uma técnica de ensaio não destrutivo (END), foi possível elaborar uma tabela comparativa (Tabela 6) das vantagens e desvantagens que cada tipo de ensaio apresenta.

Tabela 6: Tabela comparativa entre os resultados de ED e END.

Tabela – Comparativo entre Ensaios de Umidade (ED) e Ensaio Termográfico (END)		
CRITÉRIO	ENSAIO DE UMIDADE	TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA
TIPO DE ENSAIO	DESTRUTIVOS OU SEMI-DESTRUTIVO	NÃO DESTRUTIVO
MÉTODO	FÍSICO - QUÍMICO	CAPTURA DE IMAGENS TÉRMICAS EM TEMPO REAL
INVASIVIDADE	REQUER RETIRADA DE AMOSTRA OU PERFURAÇÃO	ZERO INVASIVIDADE - ANÁLISE À DISTÂNCIA
TEMPO DO RESULTADO	LENTO (HORAS OU DIAS)	IMEDIATO (MINUTOS)
CUSTO DE APLICAÇÃO	BAIXO A MODERADO	ELEVADO - REQUER EQUIPAMENTO ESPECIALIZADO
PROFUNDIDADE DA ANÁLISE	ALTA - PODE ATINGIR O INTERIOR DO MATERIAL	SUPERFICIAL A MODERADA - DETECTA VARIAÇÕES TÉRMICAS NA SUPERFÍCIE
PRECISÃO DOS DADOS	ALTA PRECISÃO QUANTITATIVA	BOA PRECISÃO VISUAL E QUALITATIVA, DEPENDE DA INTERPRETAÇÃO TÉCNICA
VISUALIZAÇÃO DE ANOMALIAS	NÃO FORNECE VISUALIZAÇÃO DIRETA	FORNECE IMAGENS TÉRMICAS DE MÉDIA DIFICULDADE DE INTERPRETAÇÃO
DIAGNÓSTICO DAS CAUSAS	PERMITE IDENTIFICAR A ORIGEM DA UMIDADE (EX: INFILTRAÇÃO, CAPILARIDADE)	DETECTA PRESENÇA MAS NEM SEMPRE IDENTIFICA A CAUSA EXATA
APLICAÇÃO EM PATRIMÔNIO HISTÓRICO	LIMITADA - PODE DANIFICAR MATERIAS ANTIGOS	IDEAL - NÃO INTERFERE NA INTEGRIDADE DO BEM
UTILIZAÇÃO IDEAL	PARA ANÁLISES LABORATORIAIS E CONFIRMAÇÃO DE DIAGNÓSTICO	PARA MAPEAMENTO RÁPIDO E MONITORAMENTO NÃO INVASIVO

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A análise comparativa entre os ensaios convencionais de umidade e a termografia infravermelha revela a complementaridade e as particularidades de cada método no diagnóstico de patologias relacionadas à umidade em edificações, especialmente em bens históricos. Os ensaios convencionais, em sua maioria destrutivos ou semi-destrutivos, são amplamente utilizados por sua alta precisão quantitativa e por permitirem uma investigação mais profunda dos materiais. Eles atuam diretamente na coleta de dados físico-químicos, como teor de umidade, presença de sais, e granulometria das argamassas, sendo fundamentais para a identificação precisa das causas da umidade, como infiltrações, ascensão capilar ou condensações.

Por outro lado, a termografia infravermelha, classificada como um Ensaio Não Destrutivo (END), se destaca por sua rapidez e por não comprometer a integridade da edificação, característica essencial quando se trata de patrimônio histórico tombado. Por meio da captação de imagens térmicas em tempo real, a termografia permite uma visualização clara e imediata das anomalias superficiais, como áreas de retenção de umidade, vazamentos ou falhas em sistemas de vedação. No entanto, seu alcance é limitado a níveis superficiais ou, no máximo, moderados da estrutura, e sua interpretação exige conhecimento técnico especializado.

Enquanto os ensaios convencionais são ideais para confirmar e quantificar a presença de umidade e suas causas exatas, a termografia se apresenta como uma ferramenta de triagem rápida, permitindo mapear grandes áreas com agilidade e identificar pontos críticos que necessitam de investigação mais aprofundada. Além disso, a termografia se mostra extremamente vantajosa em situações em que intervenções físicas não são viáveis, devido ao valor histórico ou artístico do bem.

No contexto da conservação e restauração de edificações antigas, a utilização integrada dessas metodologias é altamente recomendável, uma vez que a patologia de umidade é bastante complexa e desenvolve muitas outras patologias. A termografia pode atuar como um exame preliminar, orientando as áreas mais afetadas e, posteriormente, os ensaios destrutivos podem ser aplicados de forma pontual e estratégica, minimizando danos e custos.

A seguir, apresenta-se um resumo das conclusões obtidas com relação a análise comparativa das duas metodologias estudadas neste trabalho:

1. Custo versus Benefício

Avaliar o custo financeiro e o tempo exigido por cada tipo de ensaio em relação à profundidade e confiabilidade dos resultados fornecidos. Por exemplo, no caso da termografia, o investimento inicial em equipamento pode ser elevado, porém sua rapidez na identificação visual de áreas problemáticas, como manchas frias indicativas de umidade, oferece retorno valioso em tempo e segurança. Já os ensaios destrutivos, como análise gravimétrica ou testes em laboratório, possuem menor custo por amostra, mas demandam tempo de coleta, secagem e processamento, além de

possíveis repercussões em termos de intervenção física.

2. Velocidade de Resultado

A urgência de diagnósticos em edificações tombadas pode exigir rapidez. A termografia permite leitura quase imediata, em questão de minutos, enquanto métodos convencionais exigem horas ou até dias, dependendo da amostragem e análise laboratorial, como no caso da quantificação do teor de umidade.

3. Profundidade e Detalhamento Técnico

Ensaio destrutivos, como ensaios químicos, permitem aprofundar-se no conteúdo de sais solúveis, densidade e composição mineral. Já a termografia, embora eficiente na avaliação superficial, não identifica tipos de sais ou quantifica umidade, limitando-se a indicar diferenças térmicas estimuladas pela presença de água.

4. Detecção por Tipo de Patologia

Diferentes técnicas se mostram mais eficazes conforme o tipo de degradação. A termografia é excelente para mapear rapidamente áreas com umidade aparente, enquanto análises destrutivas permitem verificar a presença de cristalizações salinas ou alterações químicas profundas que impactam durabilidade e resistência.

5. Impacto sobre o Patrimônio Histórico

Um dos pontos cruciais no plano de conservação é minimizar as intervenções. A termografia, sendo não destrutiva, ofereceu segurança no estudo de caso da Igreja Matriz, sem comprometer a edificação. Por outro lado, ensaios destrutivos, ainda que pontuais, exigem cuidado redobrado ao envolver retirada de materiais originais, justificado apenas quando necessário.

6. Validação Mútua

A execução de ambos os métodos END para triagem e ED para confirmação em pontos específicos permite validar os achados e minimizar incertezas. Por exemplo, uma mancha fria detectada por termografia pode ser confirmada como umidade ascendente através de análise gravimétrica e identificação de sais, consolidando a estratégia de intervenção.

7. Compatibilidade Material

Testes destrutivos analisam de forma detalhada as argamassas originais (por exemplo, de cal aérea, dolomítica ou hidráulica) dados fundamentais para formular argamassas de recomposição compatíveis. A termografia não fornece essa caracterização, mas ao identificar zonas de umidade que coincidam com padrões construtivos, guia para onde o exame destrutivo deve ser feito.

8. Condições Ambientais (Interno vs. Externo)

A aplicação de técnicas pode variar conforme o ambiente: a termografia pode ser limitada em paredes externas sob forte insolação ou vento, que alteram as leituras térmicas. Ensaios laborais convencionais não sofrem esse tipo de interferência, sendo confiáveis independentemente das condições climáticas.

Portanto, compreender as vantagens e limitações de cada técnica é essencial para a elaboração de um diagnóstico preciso e responsável, garantindo intervenções mais seguras, eficazes e respeitosas com a autenticidade do patrimônio edificado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal realizar uma análise comparativa entre os ensaios destrutivos (ED) e os ensaios não destrutivos (END), com foco na identificação e avaliação de patologias relacionadas à umidade nas argamassas da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus, localizada na cidade histórica de Laranjeiras, em Sergipe. A escolha do estudo de caso se mostrou pertinente diante da relevância histórica, arquitetônica e cultural da edificação, bem como das manifestações patológicas observadas ao longo do tempo, causadas principalmente pela presença constante de umidade.

A partir dos resultados obtidos com os dois métodos, foi possível compreender que ambos possuem características complementares e devem ser utilizados de forma integrada para garantir diagnósticos mais completos e intervenções mais seguras. Os ensaios convencionais, mesmo sendo em sua maioria destrutivos, fornecem dados quantitativos de grande precisão, essenciais para a caracterização dos materiais e identificação das causas da degradação. No entanto, por exigirem retirada de amostras, apresentam limitações no contexto do patrimônio tombado, em que a mínima intervenção é um princípio fundamental.

Por sua vez, a termografia infravermelha, classificada como uma técnica não destrutiva, demonstrou-se extremamente eficaz como método preliminar de análise, permitindo mapear áreas com presença de umidade e outras anomalias térmicas de forma ágil, segura e sem danos à estrutura. Embora sua profundidade de leitura seja limitada e sua interpretação exija capacitação técnica específica, os resultados visuais e a capacidade de monitoramento em tempo real tornam a termografia uma ferramenta indispensável para direcionar ações mais pontuais e conscientes.

Dessa forma, este estudo confirma que a conjugação entre ED e END é a abordagem mais eficiente para o diagnóstico e tratamento de patologias em edificações históricas, respeitando tanto as exigências técnicas quanto os preceitos da conservação e do restauro. A compreensão das potencialidades e limitações de cada metodologia permite que os profissionais atuem com maior sensibilidade e responsabilidade, garantindo a durabilidade dos materiais, a preservação da autenticidade e o prolongamento da vida útil do patrimônio edificado.

Por fim, ressalta-se que o investimento em conhecimento técnico e científico, aliado à prática de campo e à valorização dos saberes tradicionais de construção, é essencial para a continuidade de políticas públicas de preservação e para o fortalecimento da cultura de conservação em nosso país. Espera-se que os resultados aqui apresentados sirvam de base para futuras pesquisas e intervenções, promovendo o equilíbrio entre inovação tecnológica e respeito à memória histórica das construções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM E 1933 – Standard Practice for Measuring and Compensating for Emissivity Using Infrared Imaging Radiometers. Estados Unidos, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9779 – “Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade” (1995/2012). Rio de Janeiro, (1995/2012).

AZEVEDO, Paulo Ormino David (coord.). *Plano Urbanístico de Laranjeiras*. v. 1, 2 e 3. Salvador, 1975.

BRANDI, Cesare. *Teoria da restauração*. Trad. Beatriz Mugayar Kuhl; apresentação Giovanni Carbonara; revisão Renata Maria Parreira Cordeiro. Cotia/SP: Atelier Editorial, 2004.

BONJARDIM, Solimar G. Messias; VARGAS, Maria Augusta Mundim. O visível e o invisível: a paisagem arqueológica da morte em São Cristóvão e Laranjeiras– SE. *Revista Ateliê Geográfico*, Goiânia-GO, v. 4, n. 2, p. 190-214, 2010.

BOITO, Camilo. *Os restauradores (Artes e Ofícios)*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2008

CHOAY, Françoise. *A alegoria do patrimônio*. Lisboa: Edições 70, 1999.

CORONA, Eduardo; CARLOS, A. C. Lemos. *Dicionário da Arquitetura Brasileira*. São Paulo: EDART-São Paulo Livraria Editora LTDA, 1972.

CINFORM. *História dos Municípios*. Aracaju: CINFORM, Junho, 2002, p. 126-128

COSTA, Lúcio. *Registro de uma vivência*. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 1995.

COSTA, Lúcio. A arquitetura dos jesuítas no Brasil. *ARS* (São Paulo), v. 8, n. 16, p. 127-195, 2010.

FLIR.<https://www.flir.com/globalassets/imported-assets/document/flir-c5-user-manual.pdf>.

FLIR. Acesso em: 13 agosto. 2025

FREIRE, Felisbello. *História territorial de Sergipe*. Aracaju: Sociedade Editorial de Sergipe/Secretaria do Estado da Cultura/FUNDEPAH, 1995.

GIOVANNONI, Gustavo. Gustavo Giovannoni: Textos Escolhidos. Beatriz Kürl (organização). – Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2013.

GOMES, Geraldo. *Engenho e arquitetura*. Recife: Fundaj; Massangana, 1998.

GUIMARÃES, J. P. *Técnicas tradicionais de construção, anomalias e técnicas de intervenção em fachadas e coberturas de edifícios antigos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.

INVENTÁRIO NACIONAL DE BENS IMÓVEIS INTEGRADOS – INBMI. Superintendência do IPHAN/SE. Brasília: IPHAN, 1994.

KANAN, Maria Isabel Corrêa. *Manual de conservação e intervenção em argamassas e revestimentos à base de cal*. Brasília: IPHAN, 2008.

KÜHL, B. M. Os restauradores e o pensamento de Camilo Boito sobre a restauração. In: BOITO, Camillo. *Os restauradores (Artes e Ofícios)*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2008

KÜHL, B. M. Observações sobre os textos de Gustavo Giovannoni traduzidos nesta edição in GIOVANNONI, Gustavo. Gustavo Giovannoni: Textos Escolhidos. Beatriz Kürl (organização). – Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2013.

LARANJEIRAS: sua história, sua cultura, sua gente. Laranjeiras: SEMEC, 2000.

LIMA, Emilia Marília Nogueira. *Estudo de argamassas antigas da Matriz do Sagrado Coração de Jesus em Laranjeiras SE/BR*. Relatório de Iniciação Científica – Universidade Federal de Sergipe, 2024. Disponível em:[dile/riufs/22051?utm_source=chatgpt.com](https://dile.riufs/22051?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 20 ago. 2025.

LIMA, G. E. S. L.; SOUZA, K. D.; T., A. C. G. Investigação e diagnóstico de patologias relacionadas às fachadas de uma edificação. In: *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC*. Maceió, 2014.

LOUREIRO, Kátia Afonso Silva. *Arquitetura sergipana do açúcar*. Aracaju: Prefeitura Municipal de Aracaju/FUNCAJU, 1999.

MOURA, P. G. T. Reabilitação com argamassa projetada em construções históricas de pedra no litoral paraibano. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2013.

NASCIMENTO, José Anderson. *Sergipe e seus monumentos*. Aracaju: Gráfica J. Andrade, 1981.

NOGUEIRA, Adriana Dantas; SILVA, Eder Donizeti da. Lançando um olhar sobre o patrimônio arquitetônico de Laranjeiras. In: NOGUEIRA, Adriana Dantas; NUNES, Verônica Maria Meneses (org.). *O despertar do conhecimento na colina azulada: a Universidade Federal de Sergipe em Laranjeiras*. v. I. São Cristóvão: UFS, 2009. p. 35-98.

NUNES, Maria Thetis. *Sergipe Colonial II*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. *Tecnologia da conservação e restauro: materiais e estruturas, um roteiro de estudos*. Salvador: EDUFBA, 2006.

OLIVEIRA, Philadelpho Jonathas de. *Registros de fatos históricos de Laranjeiras*. Aracaju: Casa Ávila, 1942.

OLIVEIRA, Philadelpho Jonathas de. *Registros de fatos históricos de Laranjeiras*. 2. ed. Aracaju: Subsecretaria de Cultura de Sergipe, 1981.

OLIVEIRA, Philadelpho Jonathas de. *História de Laranjeiras Católica*. 2. ed. Aracaju: Subsecretaria de Cultura de Sergipe, 2005.

PINHO, Fernando F. S. *Paredes de edifícios antigos em Portugal*. 2. ed. Lisboa: LNEC, 2008.

RÊGO, Wellington Amorim. *Caracterização Física dos Saibros da Região Metropolitana do Recife Utiliza dos em Argamassas*, - Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Católica de Pernambuco, 2008.

RIEGL, Alois. *O culto moderno dos monumentos: a sua essência e a sua origem*. Trad. Werner Roshschild Davidsohn; Anat Farbel. São Paulo: Perspectiva, 2014.

RUSKIN, John. *A lâmpada da memória*; Tradução e apresentação Maria Lúcia Bressan Pinheiro; Revisão Beatriz e Gladys Mugayar Kühl. – Cotia-SP: Ateliê Editorial, 2008.

SANTOS, L. *Termografia infravermelha em subestações de alta tensão desabrigadas*. Itajubá: UNIFEI, 2006. Dissertação (Mestrado).

SILVA, E. D. da; NOGUEIRA, A. D.; SANTOS, R. G. L. Caracterização das argamassas históricas do Centro de Tradições do município de Laranjeiras/SE. 2019.

SILVA, Eder Donizeti da. *Igreja de N. S. da Conceição dos Homens Pardos de Laranjeiras – Caracterização das Argamassas*. 2013.

SILVA, L. A. C. *Desenvolvimento de metodologias de aplicação da termografia na análise de manifestações patológicas*. São Cristóvão: UFS/EBSERH, 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais).

SILVA, L. R. S. Lançando um olhar sobre o patrimônio arquitetônico de Laranjeiras. In: NOGUEIRA, Adriana Dantas; SILVA, Eder Donizeti (org.). *O despertar do conhecimento na colina azulada: a Universidade Federal de Sergipe*. São Cristóvão: UFS, 2009. p. 37-98.

SILVA, L. R. S. Elementos artísticos da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus de Laranjeiras – Sergipe. In: NOGUEIRA, Adriana Dantas; SILVA, Eder Donizeti (org.). *O despertar do conhecimento na colina azulada: a Universidade Federal de Sergipe*. v. III. São Cristóvão: UFS, 2011. p. 121-135.

TAVARES, Marta Lins. *A conservação e o restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos: uma metodologia de estudo e reparação*. Lisboa: LNEC, 2009.

TAVARES, S.; COSTA, A.; VARUM, A. *Manual de reabilitação e manutenção de edifícios: guia de intervenção*. Portugal, 2007.

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

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. *Mapa de danos: recomendações básicas*. Olinda: CECI, 2009.

TIRELLO, L.; CORREIA, M. Patologia das construções: abordagem em edificações históricas. In: *Congresso Nacional do Ambiente Construído – ENAC*. Anais..., 2010.

TIRAPELI, Percival; PFEIFFER, Wolfgang. As mais Belas Igrejas do Brasil. São Paulo: Metalivros, 1999.

TREVISAN, R. *Patologias nas construções históricas*. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.

VITRÚVIO. *Tratado de Arquitetura*. São Paulo: Martins, 2007. Tradução de M. Justino Maciel.

VIOLLET-LE-DUC, Eugène-Emmanuel. *Restauração*. Ateliê Editorial, 2006.

VEIGA, Maria do Rosário; AGUIAR, José; SILVA, Antonio Santos; CARVALHO, Fernanda. *Conservação e renovação de revestimentos de paredes de edifícios antigos*. Lisboa: LNEC, 2004.

WEIMER, Günter. *Arquitetura Popular Brasileira*. São Paulo: Martins Fontes, 2012

APÊNDICE A

*Fichas de identificação de danos e
Mapeamento de Dano da Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus*



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

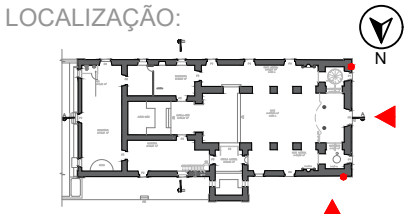
ENDEREÇO: R. SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41 LARANJEIRAS - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: LACUNA/PERDA DE REVESTIMENTO

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D003

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



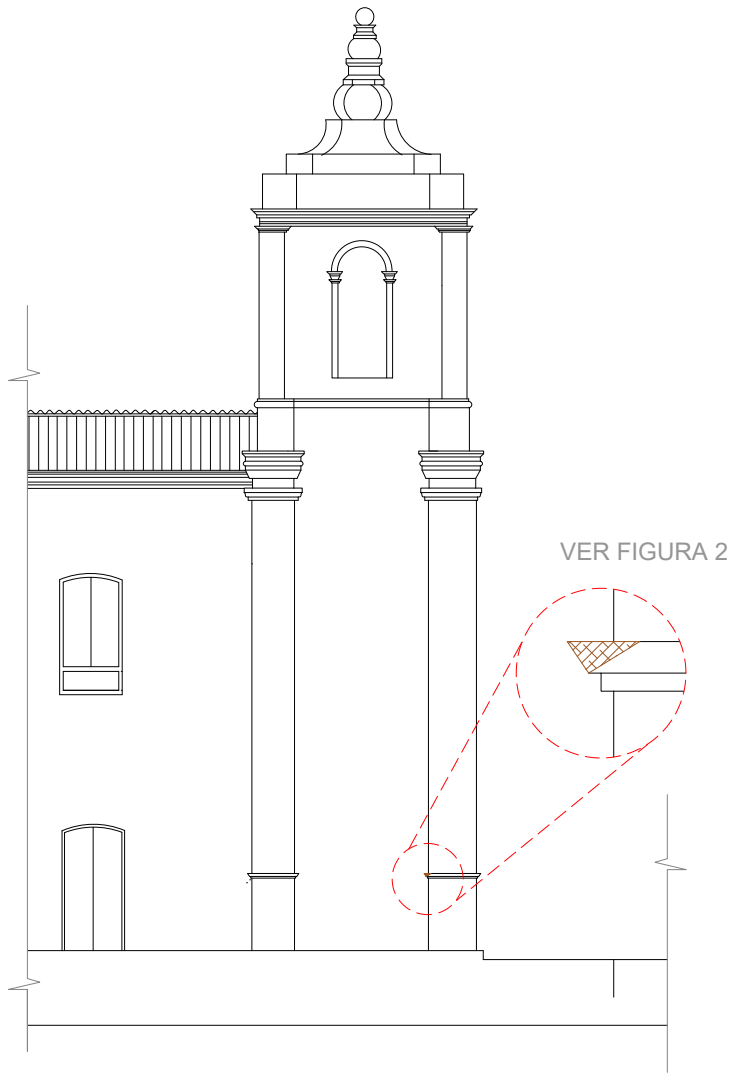
HACHURA (PATTERN):

ANSI38
COR RGB: 165,124,82
ANGLE: 0.0
SCALE: 0.03

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA OESTE



FACHADA NORTE



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



FIGURA 1 e 2: Vista de parte faltante do revestimento do ornamento presente na no pilar direito da Fachada Oeste e do ornamento presente na no primeiro pilar da Fachada Norte.

DEFINIÇÃO DO DANO:

Perda do revestimento deixando exposto o substrato da camada inferior. Perda de material configurando espaços vazios, descontínuos e falhos nas superfícies do substrato.

CAUSA DO DANO:

A perda de material pode ser ocasionada por choque mecânico, degradação química ou física do substrato ou por ação humana.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Baixo, pois afeta pequenas áreas pontuais da edificação no entanto deixa reboco sujeito a novos patógenos.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

As lacunas e locais de perdas de material também são bastante recorrentes, devido à ausência de manutenção da argamassa de revestimento, dentre outros fatores. Nesse sentido, recomenda-se a recom posição para que essas regiões em que existem perdas de materiais não evoluam para danos estruturais ou outros tipos de danos mais graves. Porém, as argamassas devem possuir consistências semelhantes, para isso se faz necessário a caracterização da argamassa para compreender seu traço além de um estudo para promover uma argamassa com sua base semelhante a original, mas que seja resistente as patologias que a edificação esta sujeita. Esse processo deve ser realizado somente após a identificação da causa e neutralização da mesma.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

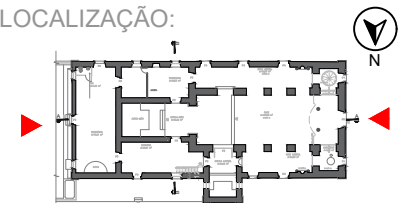
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: ATAQUE VEGETATIVO

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D001

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

SOLID

COR RGB: 0,127,31

ANGLE: 0.0

SCALE: 0.0

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA OESTE

ESCALA:



FACHADA LESTE

ESCALA:

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

Desenvolvimento de plantas de pequeno, médio e grande porte na edificação por falta de manutenção, excesso de umidade e sementeira realizada por aves e/ou insetos.

CAUSA DO DANO:

São depositadas nas superfícies por meio de fezes de aves e animais, além dessas existem as briófitas, mais conhecidas como musgo que se desenvolve de forma superficial no substrato.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Médio, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas, ainda que em pequenas áreas. Essas raízes das plantas podem afetar tanta as partes superficiais da edificação quanto a própria estrutura.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

O controle químico segue um processo dividido em duas fases. Primeiro, é feito um reconhecimento cuidadoso da vegetação presente. Depois, escolhem-se, com base em comparações, os produtos e métodos mais eficazes para eliminar a espécie indesejada. Esse tratamento químico precisa ser realizado antes de qualquer intervenção de proteção, como a consolidação ou aplicação de hidrofugantes. A aplicação pode ser feita manualmente, com o uso de pincéis, trinchas, pistolas ou até mesmo por injeção direta, sempre seguindo as orientações específicas do fabricante.

Quando falamos de herbicidas em monumentos históricos, é essencial que esses produtos sejam eficazes contra as plantas, mas seguros para as pessoas. Além disso, devem representar um risco ambiental mínimo, não podem danificar o material do monumento nem alterar sua aparência — ou seja, não devem deixar manchas nem resíduos visíveis. É importante também que sejam fáceis de aplicar e mantenham sua eficácia por um período adequado de tempo (Mouga, T. e Almeida, M., 1997).



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

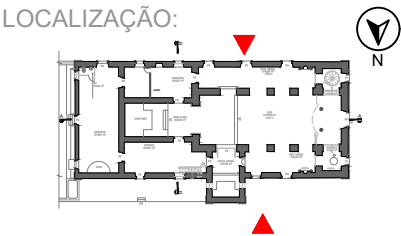
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: ATAQUE VEGETATIVO

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D001

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

SOLID

COR RGB: 0,127,31

ANGLE: 0.0

SCALE: 0.0

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:

FIGURA 1,2 e 3: ATAQUE VEGETATIVO.



DEFINIÇÃO DO DANO:

Desenvolvimento de plantas de pequeno, médio e grande porte na edificação por falta de manutenção, excesso de umidade e sementeira realizada por aves e/ou insetos.

CAUSA DO DANO:

São depositadas nas superfícies por meio de fezes de aves e animais, além dessas existem as briófitas, mais conhecidas como musgo que se desenvolve de forma superficial no substrato.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Médio, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Essas raízes das plantas podem afetar tanto as partes superficiais da edificação quanto a própria estrutura.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

A metodologia de intervenção no método químico tem duas etapas. A primeira passa pelo reconhecimento da planta e a segunda passa pela determinação comparativa de produtos e métodos eficazes para a eliminação da espécie pretendida. A sua aplicação deve ser realizada antes de qualquer tratamento de consolidação ou hidrofugação, devendo ser aplicados com uma brocha, trincha, pistola ou injeções e deve-se seguir sempre as recomendações do fabricante.

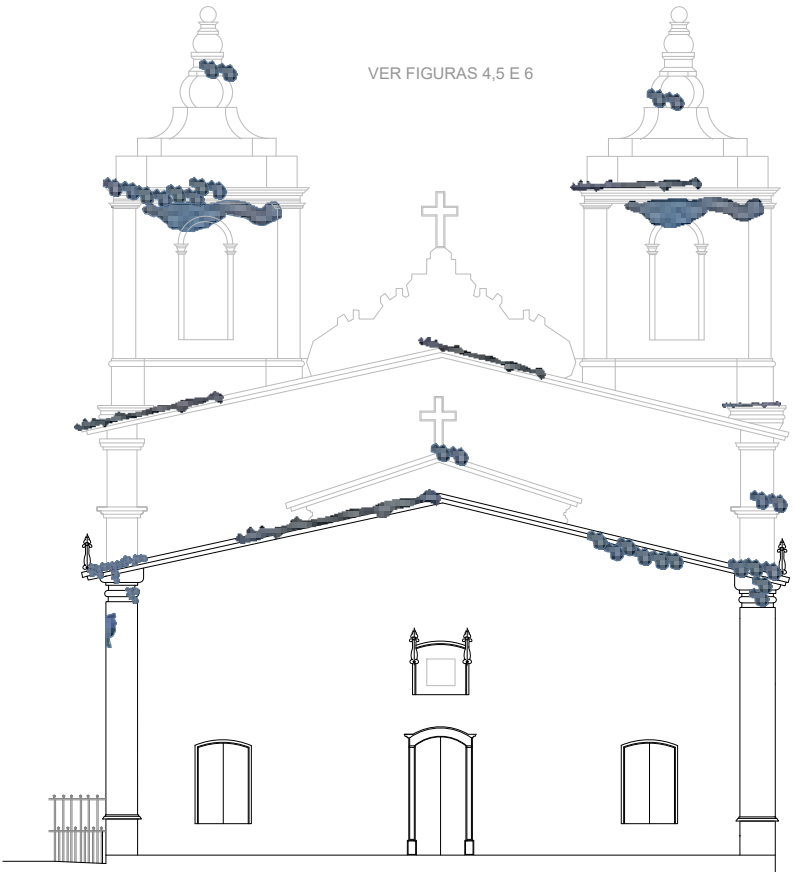
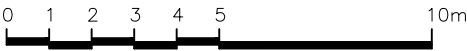
Os herbicidas usados em monumentos históricos devem ser tóxicos para a planta mas não para o Homem, apresentar um baixo risco de contaminação ambiental, não interferir com o substrato, não alterar o aspeto estético do edifício nem deixar manchas ou depósitos sobre a superfície do monumento, serem de fácil utilização e devem ser estáveis por um período de tempo tido como adequado (Mouga, T. e Almeida, M. 1997).

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



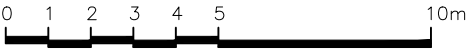
FACHADA OESTE

ESCALA:



FACHADA LESTE

ESCALA:



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

Manchas causadas devido o acumulo de substâncias exógenas nas superfícies parietais externas. São facilmente identificadas pela coloração negra em diferentes pontos das construções.

CAUSA DO DANO:

A causa do aparecimento dessa degradação é a exposição direta das fachadas externas as chuvas que acabam por limpar do ar dos poluentes corrente da combustão de combustíveis fósseis e descarregam nas superfícies das construções, com isso a coloração negra. Com isso ainda é possível perceber deste acumulo a transformação dos poluentes aéreos em ácidos decorrente da presença de enxofre, altamente corrosivo ao calcário presente nas tintas, argamassas e alvenaria das construções coloniais.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Médio, pois apesar de atingir regiões pequenas, foi encontrada em todas as fachadas.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

Aquelas manchas escuras que aparecem em muitas fachadas externas e paredes internas geralmente estão ligadas ao acúmulo de sujeira ou à formação da chamada crosta negra sobre a superfície. Para remover essas manchas, o mais indicado é começar com uma limpeza simples, usando água, sabão neutro e escovas de cerdas duras. Mas, quando a sujeira está muito impregnada, pode ser necessário recorrer a métodos químicos. Nesses casos, aplicam-se pastas à base de argilas absorventes, como sepiolita ou bentonita, ou ainda polpa de papel, algodão ou sílica gel. Depois, a área deve ser cuidadosamente escovada (ALMEIDA, 2005).

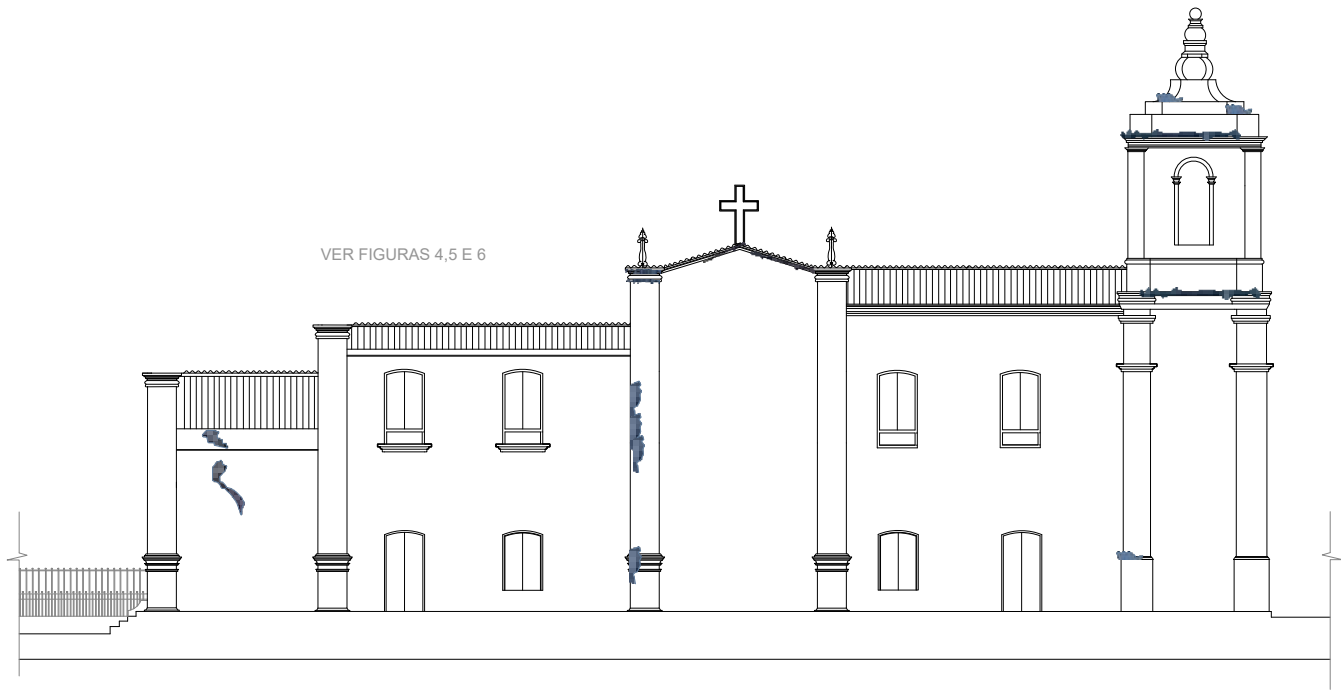
É importante lembrar que, antes de aplicar qualquer método, devem ser feitos testes diretamente no local, para verificar qual material oferece o melhor resultado sem causar novos danos. Existem diversos tipos de técnicas de limpeza, e a escolha deve levar em conta não só a eficácia e o nível de abrasividade, mas também o custo-benefício em relação à conservação do bem.

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA SUL

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m



FACHADA NORTE

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:

FIGURA 1,2 e 3: x.



DEFINIÇÃO DO DANO:

Manchas causadas devido o acúmulo de substâncias exógenas nas superfícies parietais externas. São facilmente identificadas pela coloração negra em diferentes pontos das construções.

CAUSA DO DANO:

A causa do aparecimento dessa degradação é a exposição direta das fachadas externas as chuvas que acabam por limpar do ar dos poluentes corrente da combustão de combustíveis fósseis e descarregam nas superfícies das construções, com isso a coloração negra. Com isso ainda é possível perceber deste acúmulo a transformação dos poluentes aéreos em ácidos decorrente da presença de enxofre, altamente corrosivo ao calcário presente nas tintas, argamassas e alvenaria das construções coloniais.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Médio, pois apesar de atingir regiões pequenas, foi encontrada em todas as fachadas.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

Aquelas manchas escuras que aparecem em muitas fachadas externas e paredes internas geralmente estão ligadas ao acúmulo de sujeira ou à formação da chamada crosta negra sobre a superfície. Para remover essas manchas, o mais indicado é começar com uma limpeza simples, usando água, sabão neutro e escovas de cerdas duras. Mas, quando a sujeira está muito impregnada, pode ser necessário recorrer a métodos químicos. Nesses casos, aplicam-se pastas à base de argilas absorventes, como sepiolita ou bentonita, ou ainda polpa de papel, algodão ou sílica gel. Depois, a área deve ser cuidadosamente escovada (ALMEIDA, 2005).

É importante lembrar que, antes de aplicar qualquer método, devem ser feitos testes diretamente no local, para verificar qual material oferece o melhor resultado sem causar novos danos. Existem diversos tipos de técnicas de limpeza, e a escolha deve levar em conta não só a eficácia e o nível de abrasividade, mas também o custo-benefício em relação à conservação do bem.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

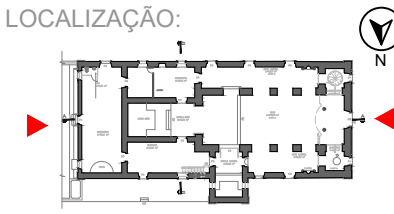
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: UMIDADE DESCENDENTE

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D004-A

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

DOTS

COR RGB: 127,191,255

ANGLE: 0.0

SCALE: 0.03

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA OESTE

ESCALA:



FACHADA LESTE

ESCALA:



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

A umidade descendente é a absorção capilar de água pelos materiais que constituem a obra, tais como as fundações, lajes, paredes, tijolos, argamassa e reboco. Variação cromática derivada de elementos naturais, como óxido de ferro, extrato de madeira e outros produtos de oxidação.

CAUSA DO DANO:

A principal causa da umidade descendente são decorrente de problemas em andares superiores, telhado ou lajes. Ou seja, no caso da igreja em questão essas umidades são decorrentes de infiltrações no telhado por falta de manutenção, assim como através das esquadrias quando chove.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

O primeiro passo é identificar os pontos frágeis da edificação, onde as manchas revelam a presença de infiltração. Nesses locais, é necessário retirar o reboco úmido, selar as fissuras e impermeabilizar as juntas entre os materiais. Só depois disso é que se deve refazer o reboco, garantindo uma aplicação bem-feita. Mas vale lembrar que, geralmente, o problema começa no topo da construção — por isso, a principal correção está nas falhas da cobertura. É fundamental corrigir a inclinação do telhado, substituir telhas quebradas, refazer rufos, calhas e algerozes, entre outras ações que evitem novas infiltrações.

Depois que as peças danificadas forem trocadas e as áreas impermeabilizadas, deve-se retirar o reboco comprometido.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO:
IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA:
EDIFÍCIO RELIGIOSO

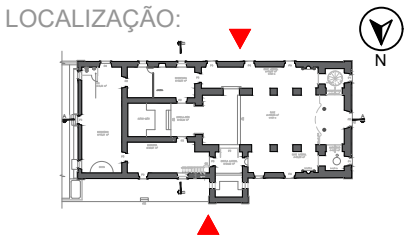
ENDEREÇO:
R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO:
UMIDADE DESCENDENTE

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D004-A

MECANISMO:
☒ FÍSICO
☒ BIOLÓGICO
☐ MECÂNICO
☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

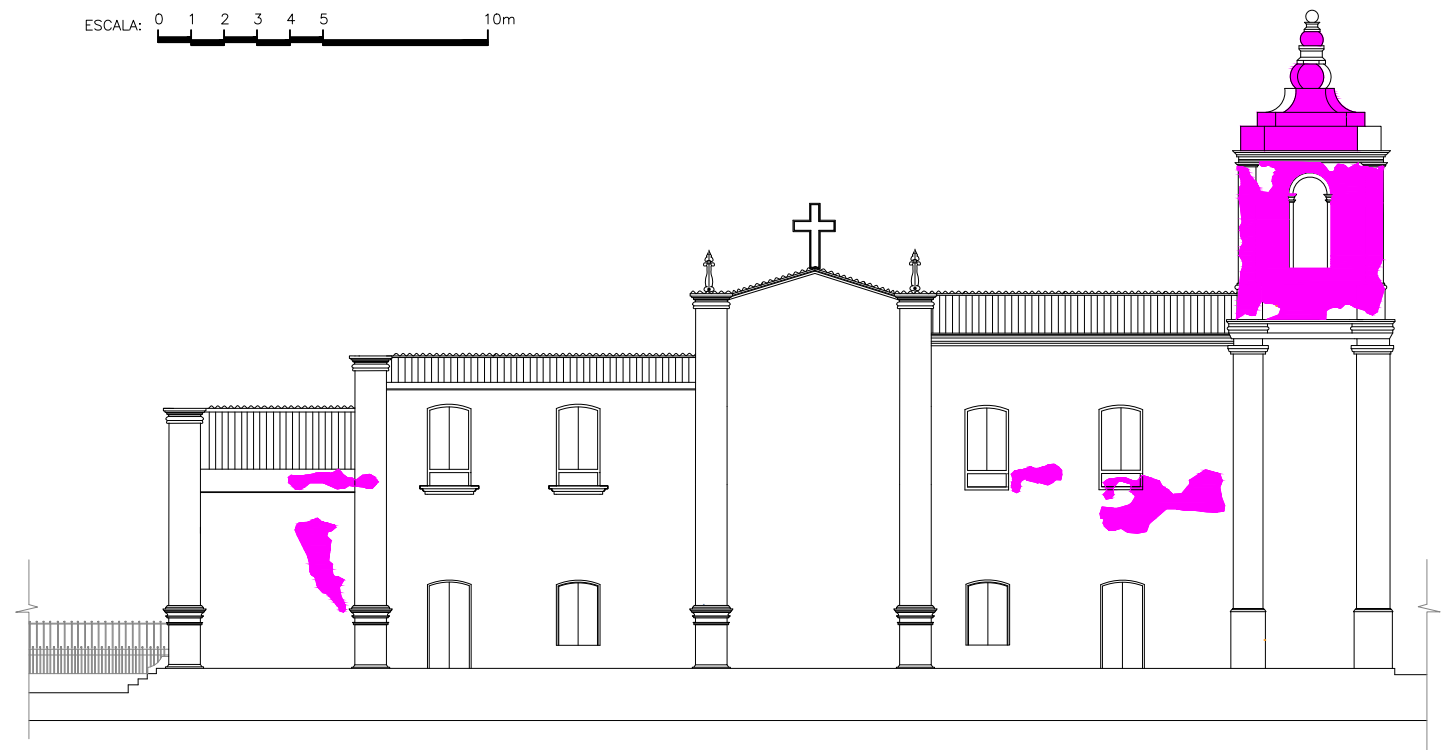
DOTS
COR RGB: 127,191,255
ANGLE: 0.0
SCALE: 0.03

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA SUL

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m



FACHADA NORTE

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:

FIGURA 1,2 e 3: x.



DEFINIÇÃO DO DANO:

A umidade descendente é a absorção capilar de água pelos materiais que constituem a obra, tais como as fundações, lajes, paredes, tijolos, argamassa e reboco. Variação cromática derivada de elementos naturais, como óxido de ferro, extrato de madeira e outros produtos de oxidação.

CAUSA DO DANO:

A principal causa da umidade descendente são decorrente de problemas em andares superiores, telhado ou lajes. Ou seja, no caso da igreja em questão essas umidades são decorrentes de infiltrações no telhado por falta de manutenção, assim como através das esquadrias quando chove.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

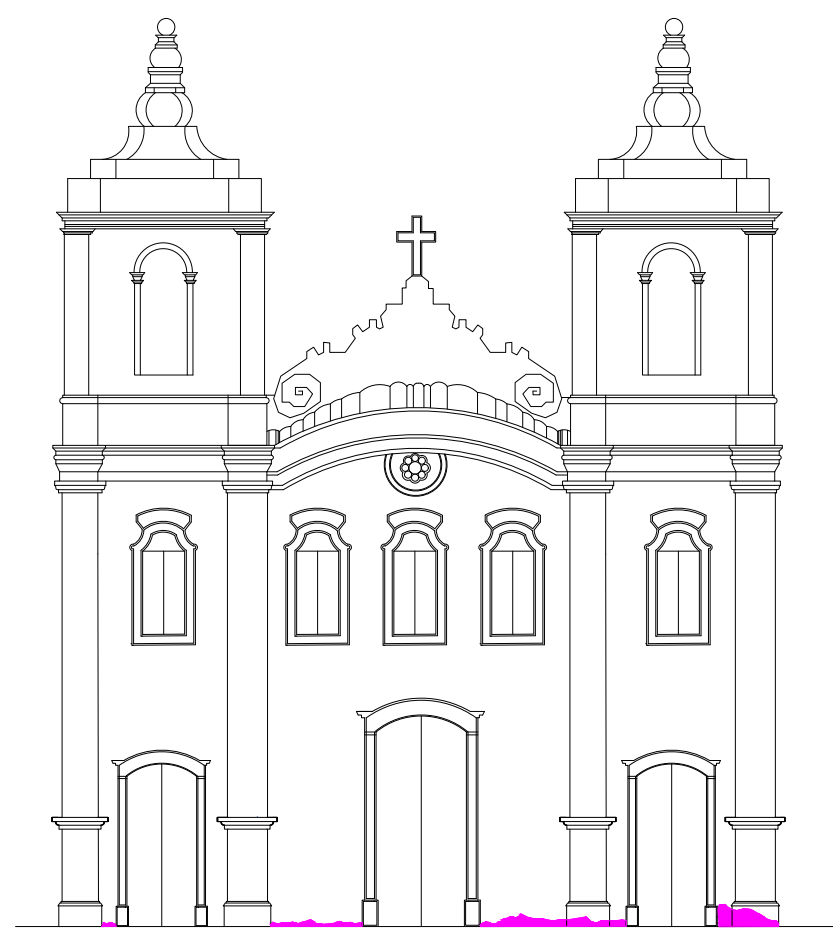
Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

O primeiro passo é identificar os pontos frágeis da edificação, onde as manchas revelam a presença de infiltração. Nesses locais, é necessário retirar o reboco úmido, selar as fissuras e impermeabilizar as juntas entre os materiais. Só depois disso é que se deve refazer o reboco, garantindo uma aplicação bem-feita. Mas vale lembrar que, geralmente, o problema começa no topo da construção — por isso, a principal correção está nas falhas da cobertura. É fundamental corrigir a inclinação do telhado, substituir telhas quebradas, refazer rufos, calhas e algerozes, entre outras ações que evitem novas infiltrações.

Depois que as peças danificadas forem trocadas e as áreas impermeabilizadas, deve-se retirar o reboco comprometido.

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA OESTE



FACHADA LESTE



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

A umidade ascendente é um fenômeno no qual a água do solo sobe pelas paredes do edifício, transportando sais solúveis que podem se depositar na superfície das paredes, causando eflorescências salinas, manchas, e outros danos.

CAUSA DO DANO:

A umidade que vem do solo atinge as paredes quando os materiais, em contato direto com o terreno, absorvem a água por capilaridade. Esse tipo de umidade ascendente é bastante comum em edificações históricas. Ela pode ser identificada pelo movimento da água que sobe verticalmente a partir do solo, passando por materiais porosos e permeáveis da estrutura, graças ao fenômeno natural da capilaridade (CABAÇA, 2002).

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

A umidade ascendente é comum nas construções em alvenarias de terra apresentem degradação do material logo acima dos embasamentos impermeáveis, devido a falta de preocupação com o estudo do solo, e a própria impermeabilização da estrutura. A primeira providência é a retirada de qualquer revestimento impermeável que impeça a evaporação da umidade, neste caso qualquer tipo de tinta que não seja hidrossolúvel e a base de cal. Em seguida, orientando-se verificar a fonte de umidade, e proceder ao seu controle de acordo com o procedimento mais indicado, pois além do movimento de água no corpo da argamassa, os materiais de construção podem apresentar sais que ficam latentes até que uma invasão de água os faça reagir. Esses sais ávidos por água absorvem o vapor de água existente no ambiente e deflagram o processo de degradação dos rebocos devido a sua expansão, provocando a pulverização do material, assim como o seu destacamento.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

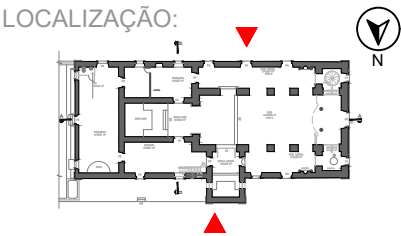
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: UMIDADE ASCENDENTE

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D004

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

DOTS

COR RGB: 127,191,255

ANGLE: 0.0

SCALE: 0.03

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:

FIGURA 1,2 e 3: x.



DEFINIÇÃO DO DANO:

Variação cromática derivada de elementos naturais, como óxido de ferro, extrato de madeira e outros produtos de oxidação.

CAUSA DO DANO:

Reações de diferentes materiais minerais e naturais, provenientes da umidade (infiltrações, umidade ascendente e descendente) e depósitos de sujidades que se acumulam por conta dessa umidade.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

Essas manchas estão correlacionada com as patologias relacionadas a umidade na construção, algumas partem do solo, outras surgem isoladas em cotas elevadas. O tratamento delas devem ser feitos a posterior das patologias de código D005, onde a relação da umidade está diretamente ligada a danos físicos Como infiltrações no telhado, como é o caso das manchas de corententes de infiltração descendente e no caso de capilaridades nas manchas mais próximas ao solo. Ou seja, a primeira medida a ser tomada é feita na correção das falhas na cobertura, como por exemplo: corrigir a inclinação, repor telhas, refazer rufos e algerozes etc. Nesse caso o trato com as manchas está diretamente relacionado com o tratamento tomado com as patologias de umidade, fazendo delas produtos diretos destas ações danosas.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

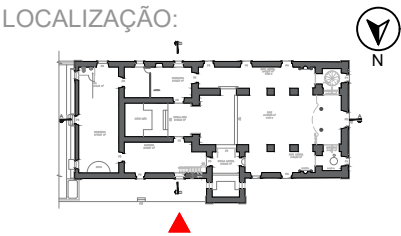
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: EMPOLAMENTO

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D006

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

LINE

COR RGB: 165,0,41

ANGLE: 90°

SCALE: 0.09

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

O empolamento é uma patologia que ocorre em revestimentos de argamassa e se caracteriza pela formação de bolhas, abaulamentos ou descolamentos na superfície da parede. Visualmente, parece que o revestimento está "inchado" ou “esticado” em certas áreas.

CAUSA DO DANO:

Essa falha indica que há uma perda de aderência entre a argamassa e a base (no caso a alvenaria), criando espaços ocos sob o revestimento. Se não for corrigido, o empolamento pode evoluir para o deslocamento (quando a argamassa se solta totalmente da parede).

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Médio, pois a patologia foi encontrada com uma grande área de degradação na fachada norte.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

De acordo com Medeiros (2011), o tratamento do empolamento deve começar com a remoção completa da área danificada, eliminando todas as partes soltas ou com perda de aderência até alcançar uma superfície firme e estável. Em seguida, é fundamental identificar e corrigir a causa do problema, que normalmente está relacionada à presença de umidade, falhas no preparo da base ou na aplicação da argamassa. A superfície exposta deve ser devidamente preparada, garantindo-se que esteja limpa, livre de poeira e contaminantes, e, quando necessário, umedecida para reduzir a absorção da água da argamassa. Após essa etapa, realiza-se a reaplicação da argamassa utilizando um traço adequado e compatível com o tipo de substrato e com as condições do local. A aplicação deve respeitar as espessuras recomendadas para cada camada e os procedimentos corretos de cura, evitando o ressecamento rápido que poderia causar retrações e novas falhas. Pode ser necessário aplicar um chapisco ou utilizar aditivos que favoreçam a aderência da nova argamassa ao substrato, garantindo maior durabilidade e estabilidade.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO:
IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA:
EDIFÍCIO RELIGIOSO

ENDEREÇO:
R. Sagrado Coração de Jesus, 41
Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA:
02/06/2025

FOLHA:
00/00

ESCALA:
GRÁFICA

DANO:
COMPLEMENTO

SUBSTRATO:
ALVENARIA

CÓDIGO:
D002

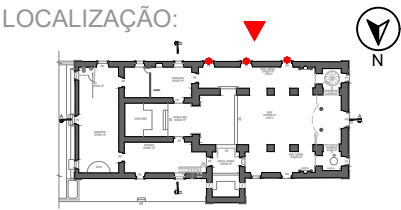
MECANISMO:

☐ FÍSICO

☐ BIOLÓGICO

☐ MECÂNICO

☒ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

ANSI32
COR RGB: 165,82,0
ANGLE: 0.0
SCALE: 0.05

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

Elementos construtivos não pertencentes à edificação original.

CAUSA DO DANO:

Ausência de manutenção do local, acarretando a inserção de elementos não previstos no projeto original, buscando um objetivo específico.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Baixo, encontrado em 3 portas da Fachada Sul.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

A restauração deve preservar os “traços autênticos de sua evolução”, o que inclui as marcas do tempo, o desgaste natural e até mesmo eventuais ausências de elementos. Isso significa que a complementação de partes faltantes de uma porta não deve buscar “completar” esteticamente o todo, mas sim ser conduzida com critérios técnicos e históricos rigorosos, evitando imitações estilísticas ou reconstruções fantasiosas.

Se o pedaço original da porta ainda existir, a recomendação seria pela sua conservação e reintegração, desde que possível, utilizando técnicas compatíveis com os materiais e métodos construtivos originais. Se o fragmento estiver perdido ou irrecuperável, qualquer complemento deve ser:

Reversível (para que possa ser removido sem prejuízo ao original);

Identificável, ou seja, o novo elemento deve se diferenciar sutilmente do original, sem tentar imitá-lo totalmente;

E sempre documentado, justificando historicamente a intervenção (Choay, 1999, p. 143).



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

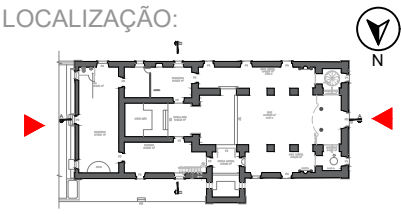
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: MANCHA/UMIDADE

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D005

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

ANSI36
COR RGB: 127,159,255
ANGLE: 0.0
SCALE: 0.03

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA OESTE



FACHADA LESTE



LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



DEFINIÇÃO DO DANO:

Variação cromática derivada de elementos naturais, como óxido de ferro, extrato de madeira e outros produtos de oxidação.

CAUSA DO DANO:

Reações de diferentes materiais minerais e naturais, provenientes da umidade (infiltrações, umidade ascendente e descendente) e depósitos de sujidades que se acumulam por conta dessa umidade.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

Essas manchas estão correlacionada com as patologias relacionadas a umidade na construção, algumas partem do solo, outras surgem isoladas em cotas elevadas. O tratamento delas devem ser feitos a posterior das patologias de código D005, onde a relação da umidade está diretamente ligada a danos físicos Como infiltrações no telhado, como é o caso das manchas de corententes de infiltração descendente e no caso de capilaridades nas manchas mais próximas ao solo. Ou seja, a primeira medida a ser tomada é feita na correção das falhas na cobertura, como por exemplo: corrigir a inclinação, repor telhas, refazer rufos e algerozes etc. Nesse caso o trato com as manchas está diretamente relacionado com o tratamento tomado com as patologias de umidade, fazendo delas produtos diretos destas ações danosas.



FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

EDIFICAÇÃO: IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS

TIPOLOGIA: EDIFÍCIO RELIGIOSO

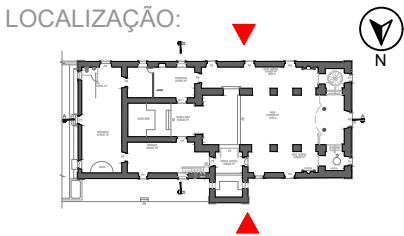
ENDEREÇO: R. Sagrado Coração de Jesus, 41 Laranjeiras - SE, 49170-000

DATA: 02/06/2025 FOLHA: 00/00 ESCALA: GRÁFICA

DANO: MANCHA/UMIDADE

SUBSTRATO: ALVENARIA CÓDIGO: D005

- MECANISMO:
- ☒ FÍSICO
 - ☒ BIOLÓGICO
 - ☐ MECÂNICO
 - ☐ ANTRÓPICO



HACHURA (PATTERN):

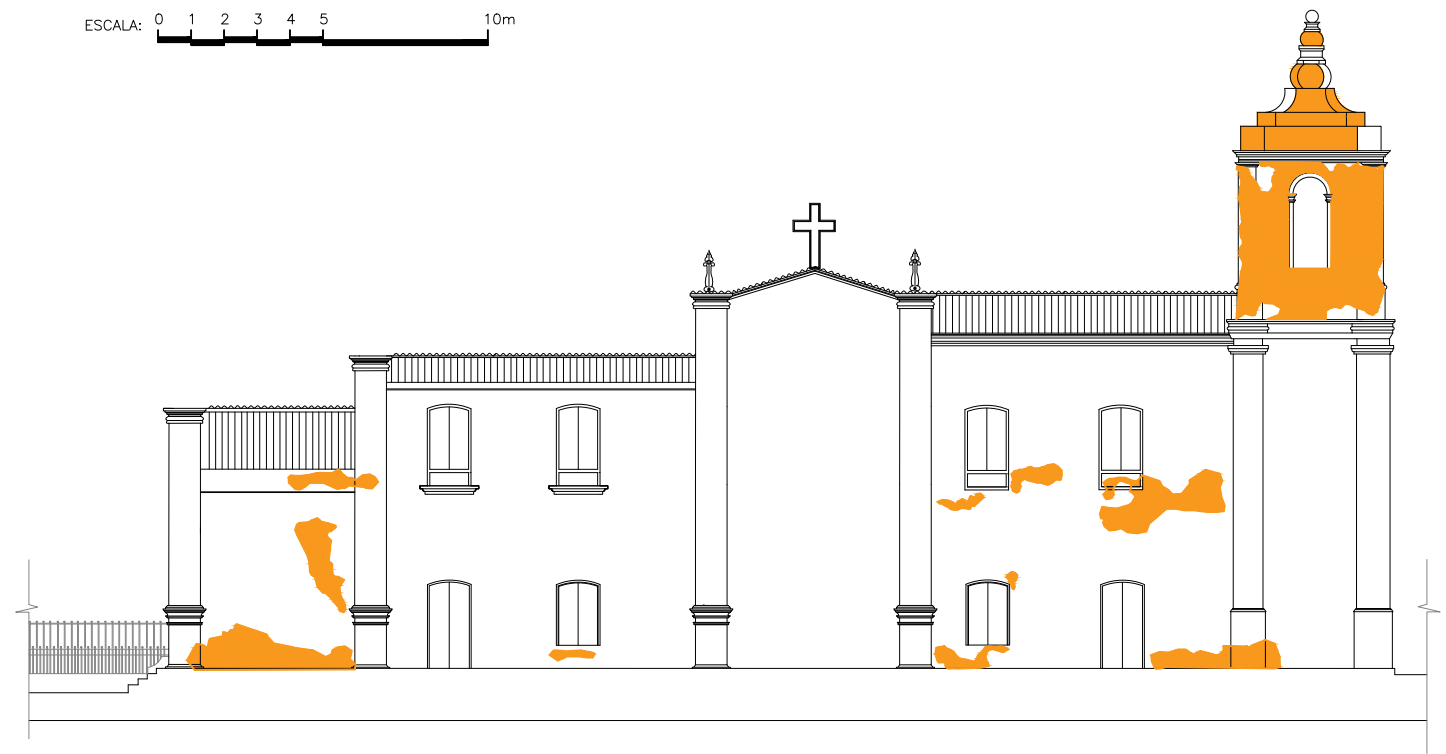
ANSI36
COR RGB: 127,159,255
ANGLE: 0.0
SCALE: 0.03

LEVANTAMENTO GRÁFICO:



FACHADA SUL

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m



FACHADA NORTE

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:

FIGURA 1,2 e 3: x.



DEFINIÇÃO DO DANO:

Variação cromática derivada de elementos naturais, como óxido de ferro, extrato de madeira e outros produtos de oxidação.

CAUSA DO DANO:

Reações de diferentes materiais minerais e naturais, provenientes da umidade (infiltrações, umidade ascendente e descendente) e depósitos de sujidades que se acumulam por conta dessa umidade.

NÍVEL DE DEGRADAÇÃO:

Alto, pois a patologia foi encontrada em todas as fachadas. Além disso a degradação ataca a edificação com grande expansão sobre as superfícies.

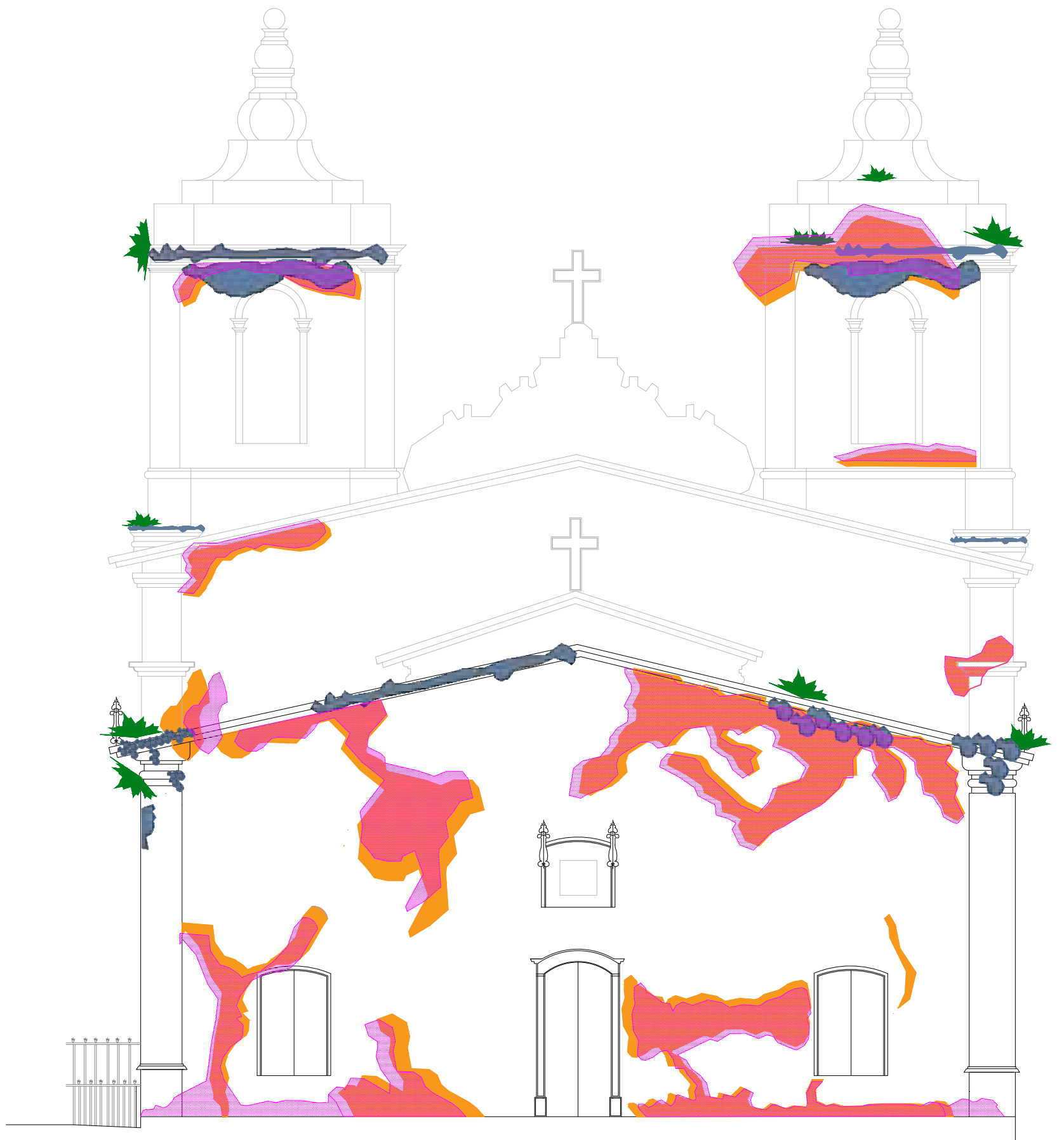
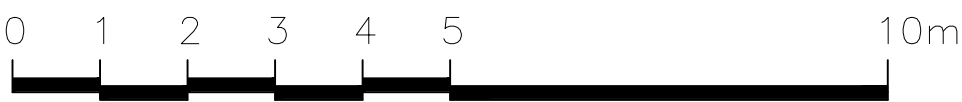
RECOMENDAÇÃO DE TRATAMENTO:

Essas manchas estão correlacionada com as patologias relacionadas a umidade na construção, algumas partem do solo, outras surgem isoladas em cotas elevadas. O tratamento delas devem ser feitos a posterior das patologias de código D005, onde a relação da umidade está diretamente ligada a danos físicos Como infiltrações no telhado, como é o caso das manchas de corententes de infiltração descendente e no caso de capilaridades nas manchas mais próximas ao solo. Ou seja, a primeira medida a ser tomada é feita na correção das falhas na cobertura, como por exemplo: corrigir a inclinação, repor telhas, refazer rufos e algerozes etc. Nesse caso o trato com as manchas está diretamente relacionado com o tratamento tomado com as patologias de umidade, fazendo delas produtos diretos destas ações danosas.



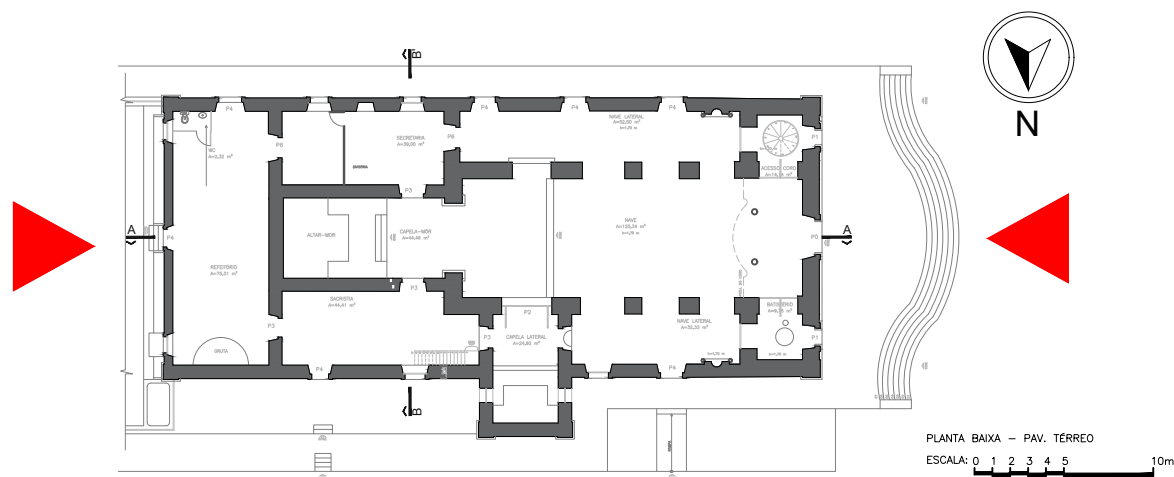
FACHADA OESTE

ESCALA:



FACHADA LESTE

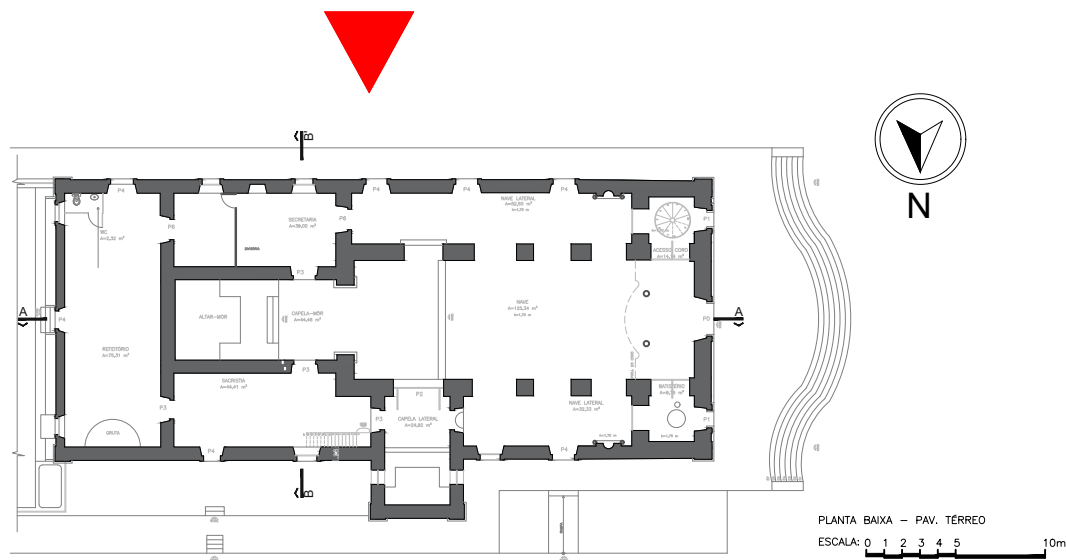
ESCALA:



LEGENDA

HACHURA		CÓDIGO	DANO	COR RGB
	SOLID	D001	ATAQUE VEGETATIVO	0,127,31
	ANSI32	D002	COMPLEMENTO	165,82,0
	ANSI38	D003	LACUNA	165,124,82
	DOTS	D004 D004-A	UMIDADE ASCENDENTE UMIDADE DESCENDENTE	255,0,255
	ANSI36	D005	MANCHA/UMIDADE	127,159,255
	LINE	D006	EMPOLAMENTO	165,0,41
	SOLID	D007	CROSTA NEGRA	101,101,101

	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE	MAYARA REGINA SABINO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	MAPEAMENTO DE DANOS	DATA:	ESCALA:
		FACHADAS LESTE E OESTE	04.07.2025	GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE	PRANCHA:		
		01-02		



FACHADA NORTE

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m



FACHADA SUL

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m

LEGENDA

HACHURA		CÓDIGO	DANO	COR RGB
	SOLID	D001	ATAQUE VEGETATIVO	0,127,31
	ANSI32	D002	COMPLEMENTO	165,82,0
	ANSI38	D003	LACUNA	165,124,82
	DOTS	D004 D004-A	UMIDADE ASCENDENTE UMIDADE DESCENDENTE	255,0,255
	ANSI36	D005	MANCHA/UMIDADE	127,159,255
	LINE	D006	EMPOLAMENTO	165,0,41
	SOLID	D007	CROSTA NEGRA	101,101,101

	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE	MAYARA REGINA SABINO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	MAPEAMENTO DE DANOS FACHADAS NORTE E SUL	DATA: 04.07.2025	ESCALA: GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE	PRANCHA: 02-02		

ANEXO A

*Levantamento Cadastral da
Igreja Matriz do Sagrado Coração de Jesus*

LEGENDA:

FORROS

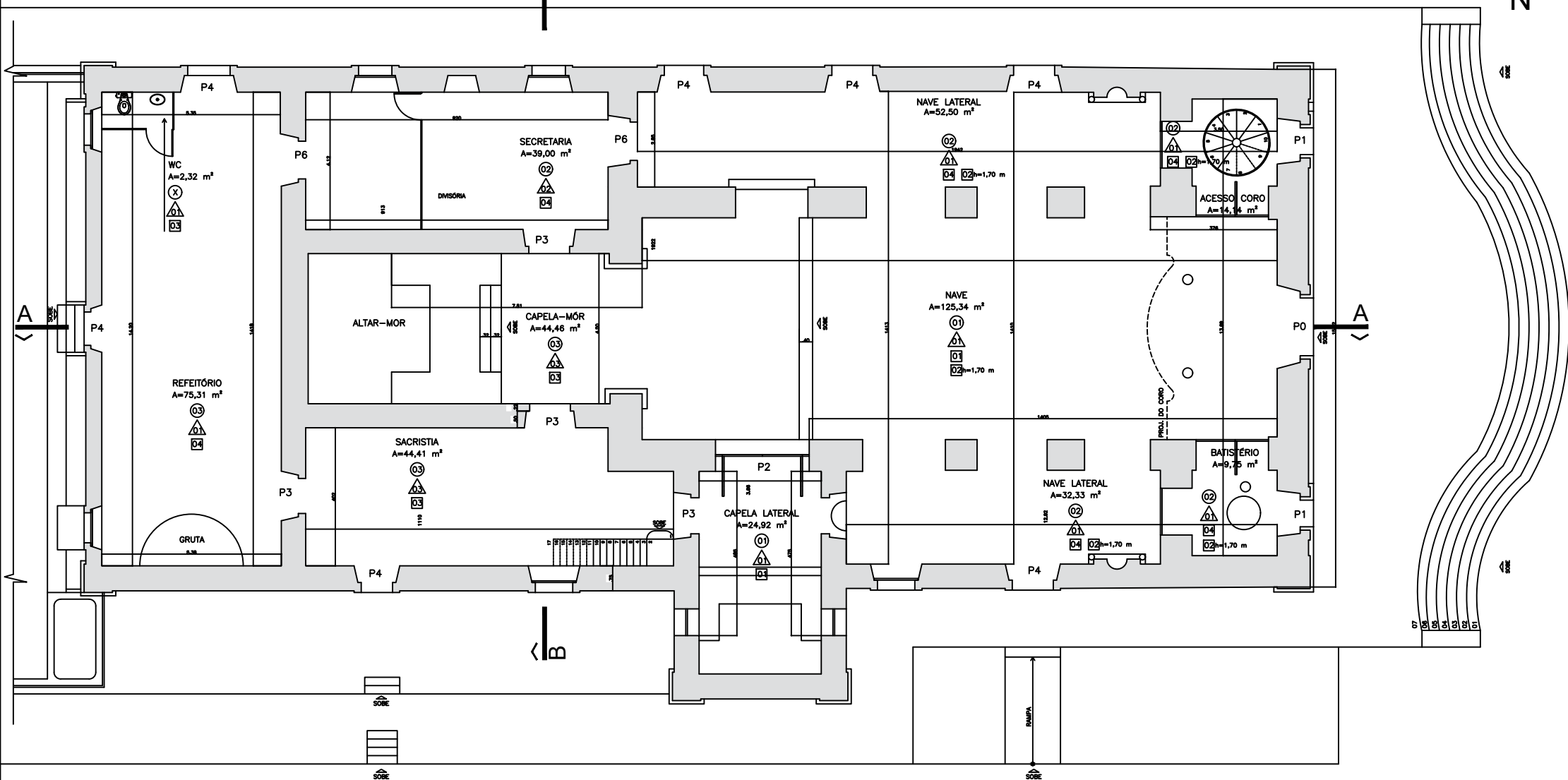
- ① MADEIRA COM PINTURA ARTÍSTICA
- ② MADEIRA TIPO SAIA E CAMISA
- ③ MADEIRA TIPO TABUADO
- ④ SEM FORRO

PISOS

- △ LADRILHO DE GRANITO E/OU MÁRMORE QUADRADO
- △ LADRILHO DE GRANITO E/OU MÁRMORE HEXAGONAL
- △ LADRILHO HIDRÁULICO
- △ ASSOALHO (TABUADO)
- △ TUOLEIRA

REVESTIMENTOS DE PAREDES

- ① PINTURA DECORATIVA
- ② AZULEJO COM IMPORTÂNCIA ARTÍSTICA
- ③ AZULEJO COMUM
- ④ PINTURA LÁTEX
- ⑤ PINTURA À CAL



PLANTA BAIXA – PAV. TÉRREO



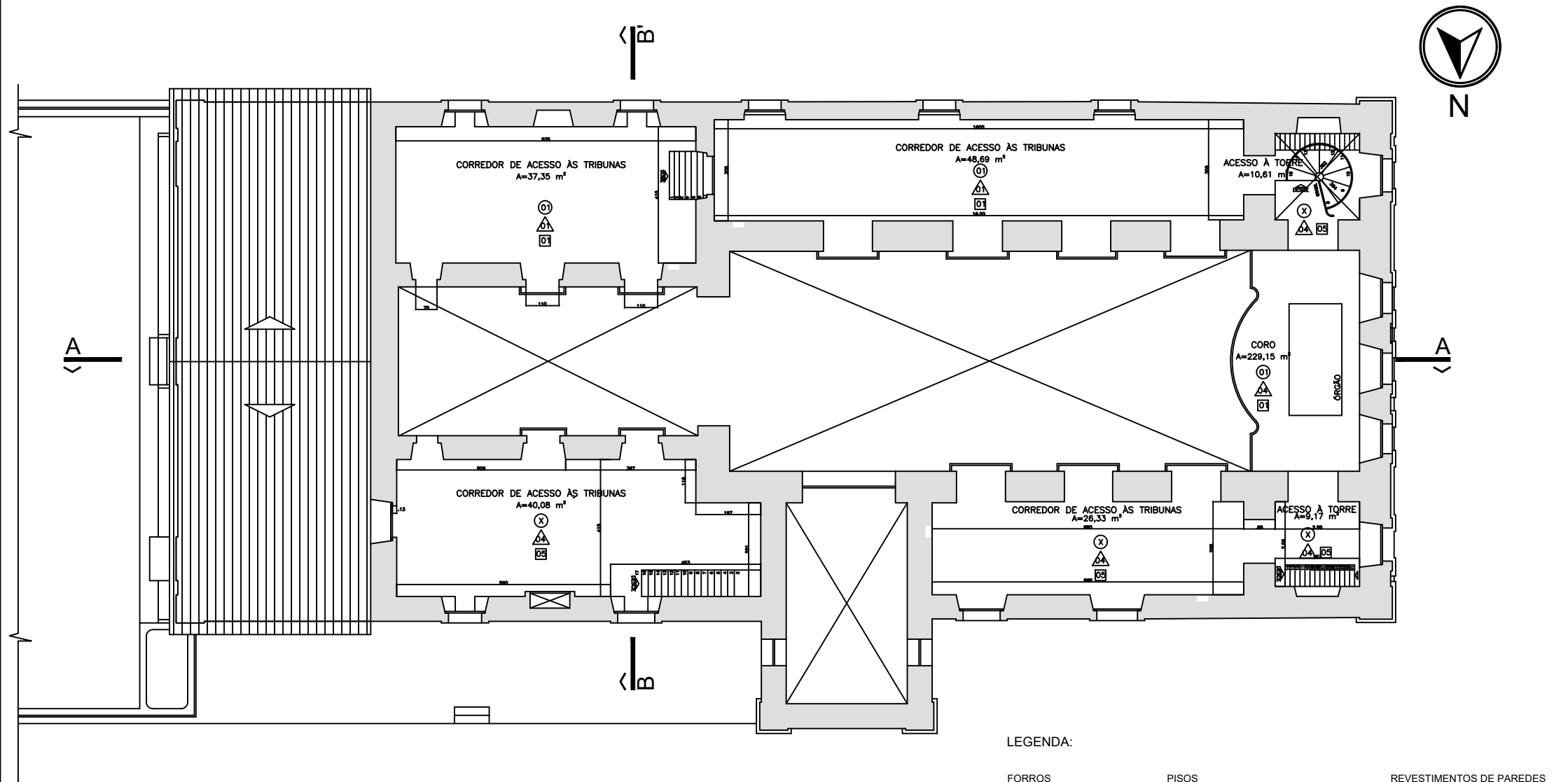
	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL	DATA:	ESCALA:
		PLANTA BAIXA - PAV. TÉRREO	30.06.2025	GRÁFICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ARQUITETURA E URBANISMO
CAMPUS LAR
2025.1

REFERÊNCIA DE DESENHO BASE:
[PHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE

FRANCHA:

01-10



LEGENDA:

FORROS

- ① MADEIRA COM PINTURA ARTÍSTICA
- ② MADEIRA TIPO SAIA E CAMISA
- ③ MADEIRA TIPO TABUADO
- ④ SEM FORRO

PISOS

- △ LADRILHO DE GRANITO E/OU MÁRMORE QUADRADO
- △ LADRILHO DE GRANITO E/OU MÁRMORE HEXAGONAL
- △ LADRILHO HIDRÁULICO
- △ ASSOALHO (TABUADO)
- △ TIJOLEIRA

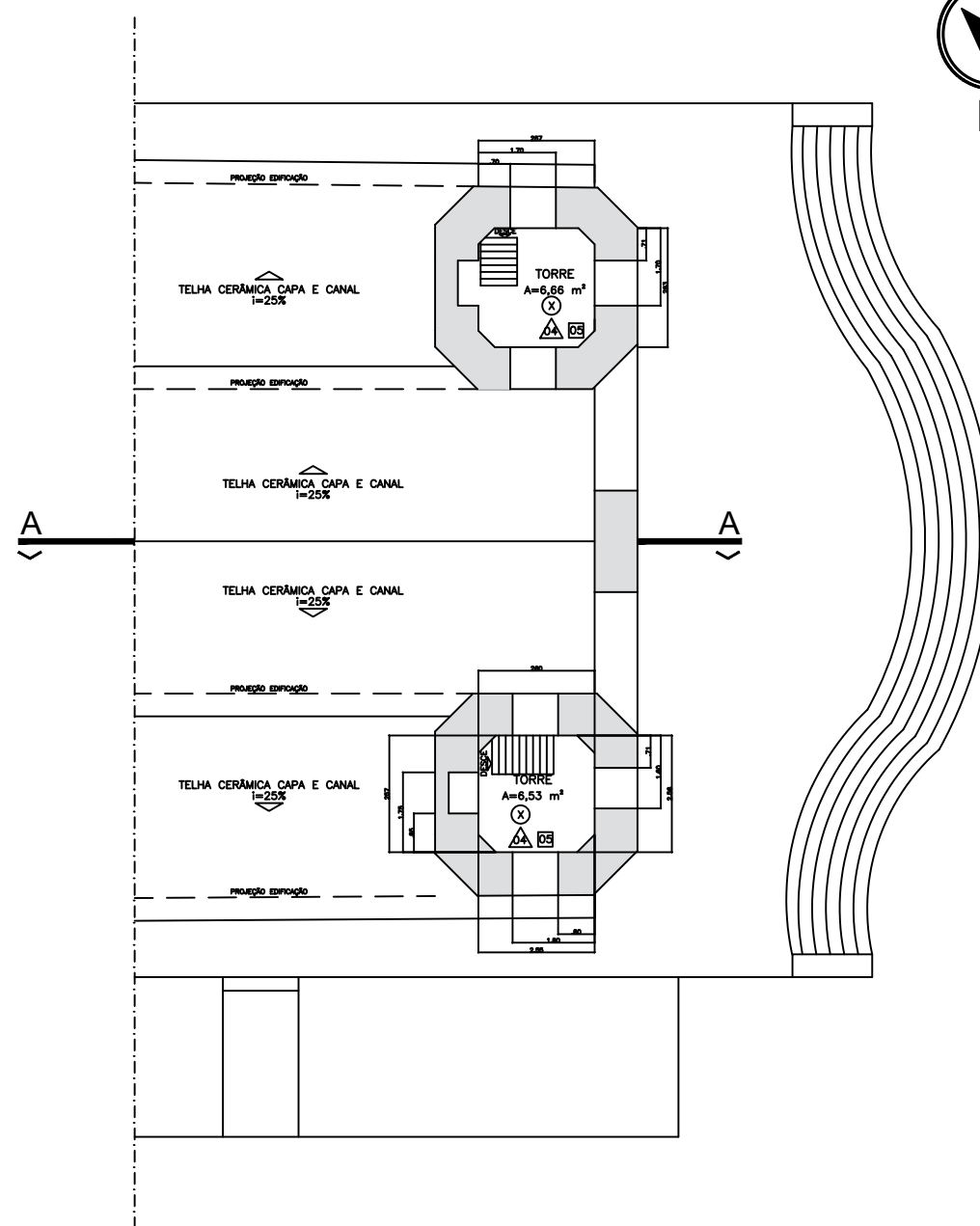
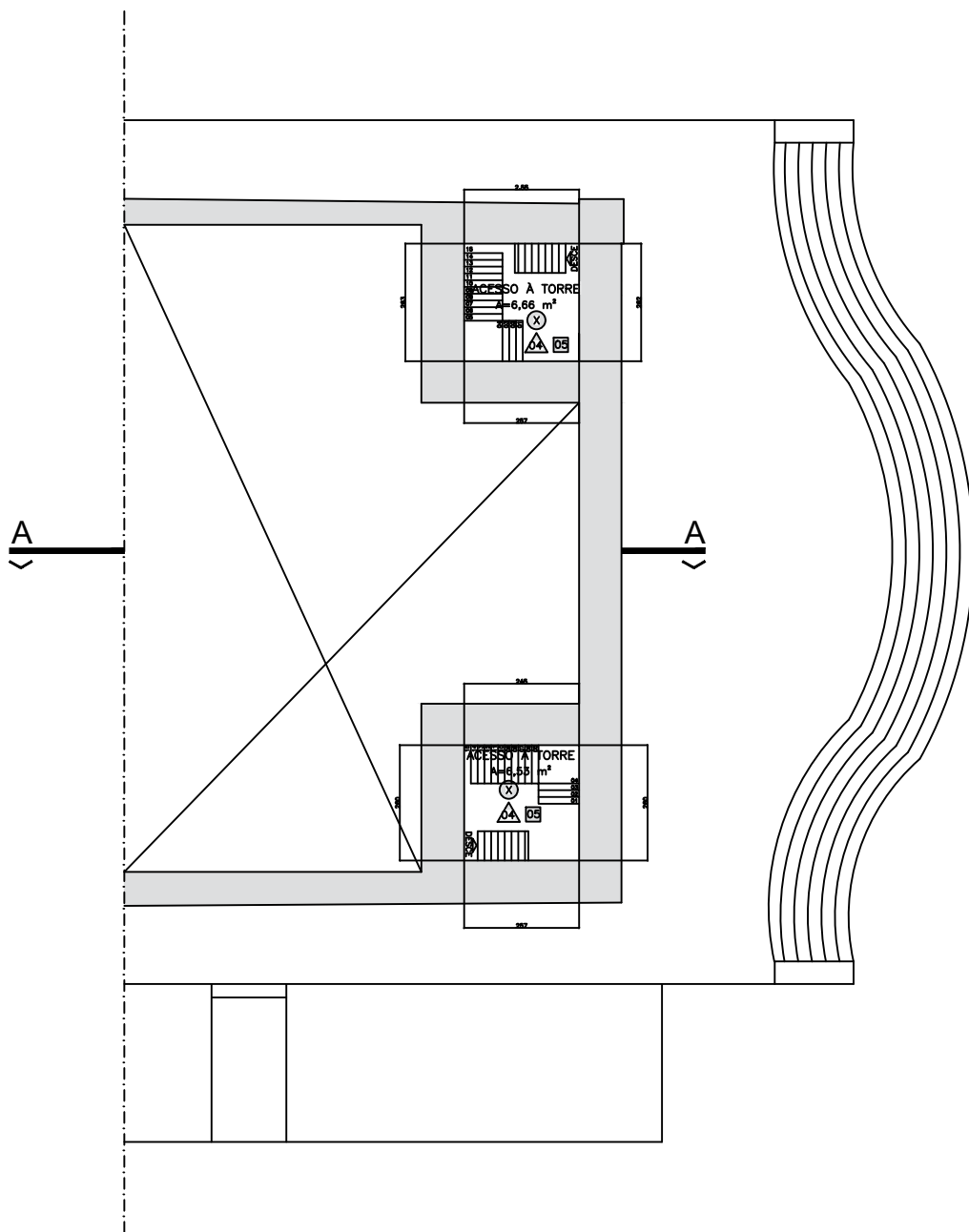
REVESTIMENTOS DE PAREDES

- ① PINTURA DECORATIVA
- ② AZULEJO COM IMPORTÂNCIA ARTÍSTICA
- ③ AZULEJO COMUM
- ④ PINTURA LÁTEX
- ⑤ PINTURA À CAL

PLANTA BAIXA – PAV. SUPERIOR

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m 20m

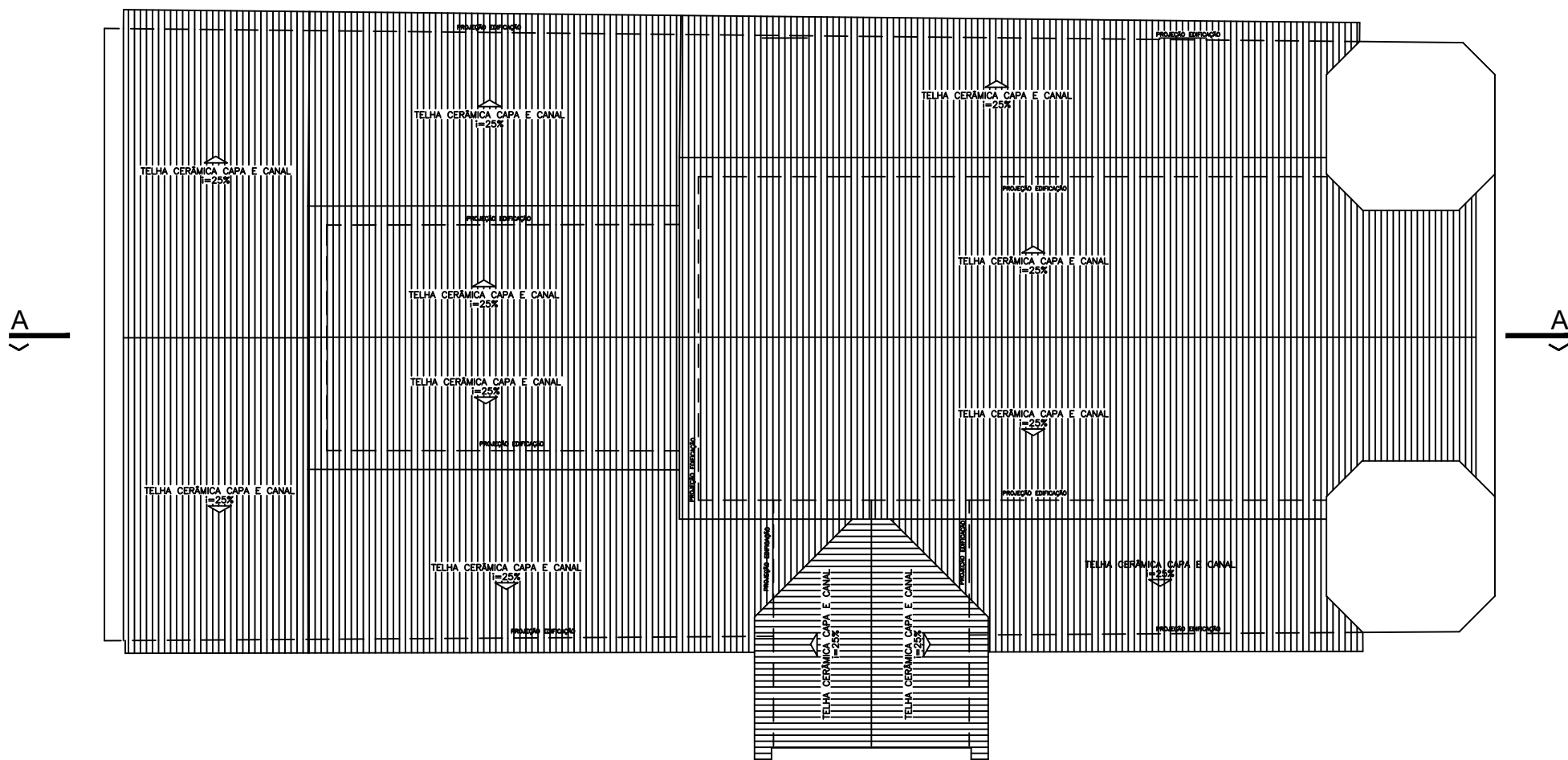
	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL	DATA:	ESCALA:
		PLANTA BAIXA - PAV. SUPERIOR	30.06.2025	GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE			FRANCHA: 02-10



PLANTA BAIXA – PAV. 2º E 3º TORRE

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m 20m

	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE:		DATA:	ESCALA:
	IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE		30.06.2025	GRÁFICA



PLANTA DE COBERTURA



	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL	DATA:	ESCALA:
		PLANTA DE COBERTURA	30.06.2025	GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: [PHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE	FRANCHA: 04-10		

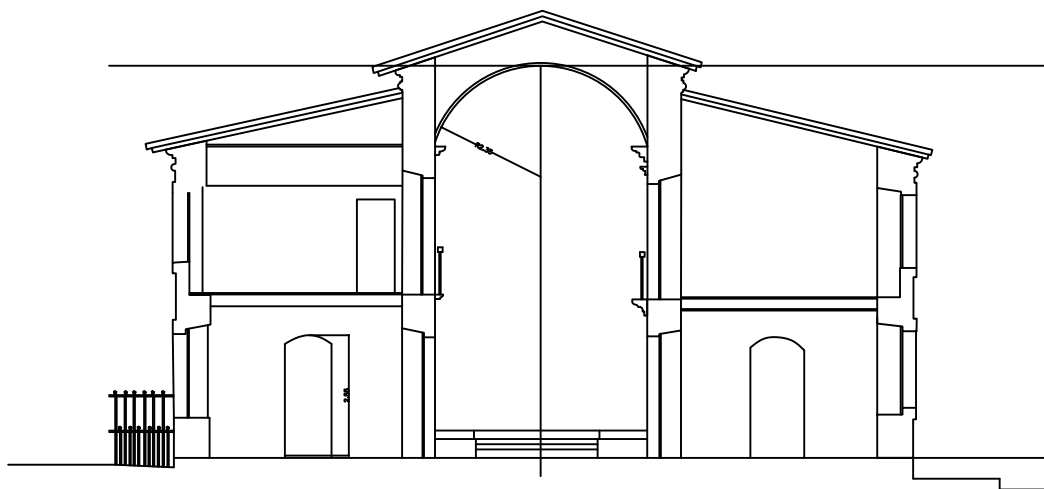


CORTE AA

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m 20m

	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL		
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE:		DATA:	ESCALA:
	IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE		30.06.2025	GRÁFICA

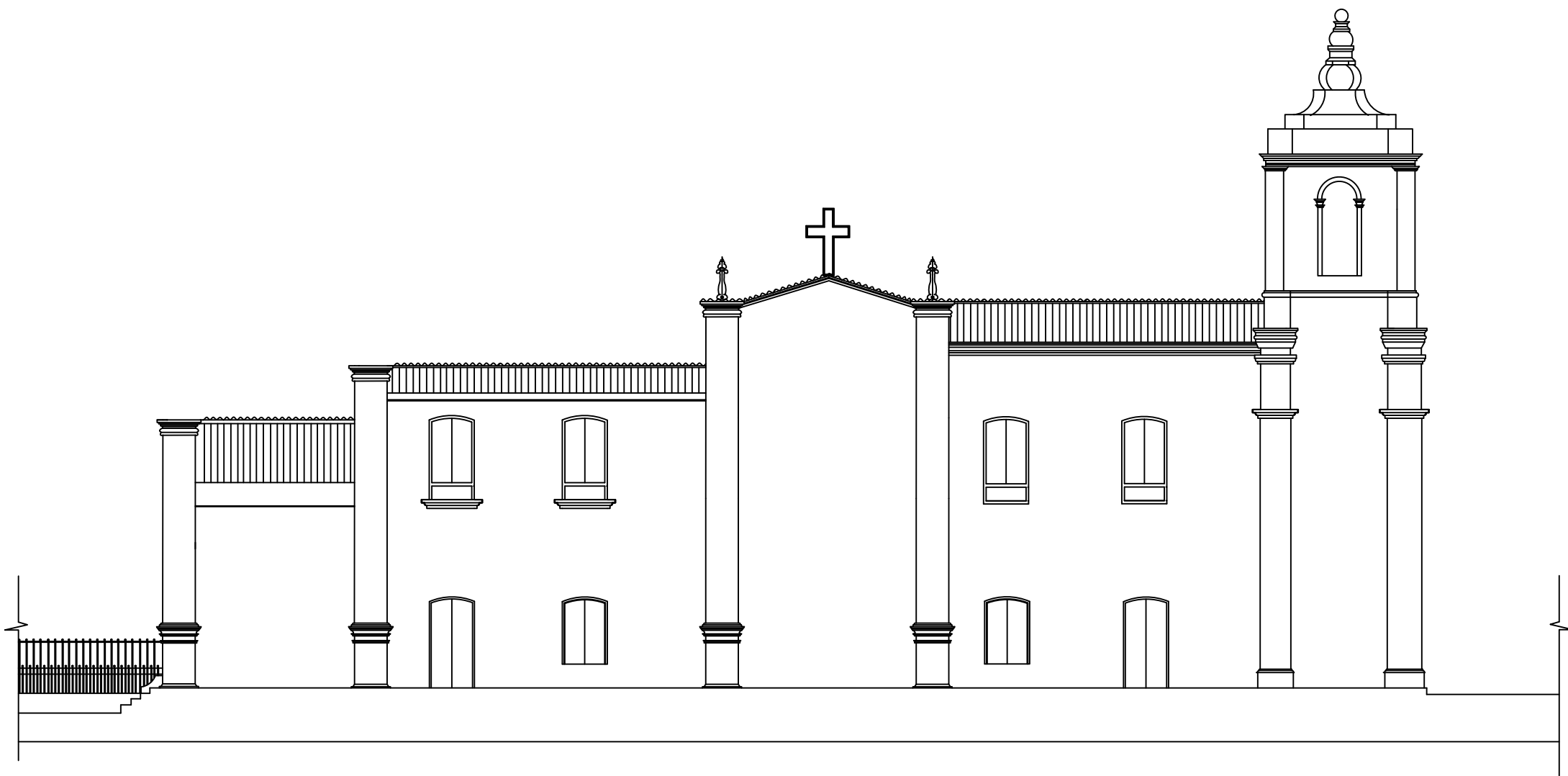
05-10



CORTE BB



	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL	DATA:	ESCALA:
		CORTE BB	30.06.2025	GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE	PRANCHAS: 06-10		



FACHADA NORTE

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m 20m

	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL	DATA:	ESCALA:
		FACHADA NORTE	30.06.2025	GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE			



FACHADA SUL

ESCALA: 0 1 2 3 4 5 10m 20m

	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL	DATA:	ESCALA:
		FACHADA SUL	30.06.2025	GRÁFICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE			
	PRANCHAS: 08-10			



FACHADA OESTE

ESCALA:



	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL FACHADA OESTE		DATA: 30.06.2025
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1	REFERÊNCIA DE DESENHO BASE: IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE			PRANCHAS: 09-10



FACHADA LESTE

ESCALA:



	PROJETO:	MAPEAMENTO GRÁFICO - IGREJA MATRIZ DO SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS		
	LOCAL:	RUA SAGRADO CORAÇÃO DE JESUS, 41, LARANJEIRAS/SE, 49170-000		
	DISCENTE:	MAYARA REGINA SABINO NASCIMENTO DOS SANTOS		
	ASSUNTO:	LEVANTAMENTO CADASTRAL FACHADA LESTE		
REFERÊNCIA DE DESENHO BASE:		IPHAN - MARÇO/2007 - MODIFICADO E ATUALIZADO PELO DISCENTE		PRANCHAS:
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ARQUITETURA E URBANISMO CAMPUS LAR 2025.1				10-10