



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA ZONA SUL
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

NICOLLE CRISTINE LEITE PASSOS

**ESTUDO DE REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO DA SEDE DA
FAZENDA SERRA NEGRA: contribuições da literatura técnica**

**TERESINA
2026**

NICOLLE CRISTINE LEITE PASSOS

ESTUDO DE REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO DA SEDE DA
FAZENDA SERRA NEGRA: contribuições da literatura técnica

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Zona Sul.

Orientador: Prof. Dr. Helder Pontes Gomes.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Passos, Nicolle Cristine Leite

P289e Estudo de reabilitação estrutural da edificação da sede da fazenda serra negra : contribuições da literatura técnica / Nicolle Cristine Leite Passos. - 2026.

65 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Zona Sul, 2026.

Orientador : Prof Dr. Helder Pontes Gomes.

1. Imóvel histórico . 2. Reabilitação. 3. Reforço. 4. Conservação. I. Título.

CDD - 624

Elaborado por Rudney do Carmo Paz CRB 3/1117

NICOLLE CRISTINE LEITE PASSOS

ESTUDO DE REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DA EDIFICAÇÃO DA SEDE DA
FAZENDA SERRA NEGRA: contribuições da literatura técnica

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Zona Sul.

Aprovada em: 21/01/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Helder Pontes Gomes (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Ailton Soares Freire
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Profa. Dra. Mairla Meneses Lopes Teles
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho a Deus, meus pais,
amigos e mestres.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que me deu força quando mais precisava. Agradeço, também, a minha família que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui.

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Zona Sul, pois todos direta e indiretamente contribuíram para o alcance desse resultado.

“A maior glória de um edifício não está
nas pedras nem na madeira, mas na
história que ele carrega.”
(John Ruskin)

RESUMO

As manifestações patológicas tendem a apresentar-se de forma mais crítica em edificações antigas e históricas, cuja reabilitação estrutural demanda a adoção de técnicas que preservem suas características originais. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo propor uma abordagem de reabilitação estrutural da edificação da sede da Fazenda Serra Negra, localizada no município de Aroazes, no estado do Piauí. Trata-se de um estudo de caso, de natureza exploratória e descritiva, fundamentado em pesquisas bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos em três etapas: levantamento bibliográfico e análise do laudo pericial, do Mapa de Danos e do projeto de restauro da edificação; análise de documentos de órgãos reguladores e de normas técnicas, bem como o tratamento dos dados por meio de quadros e figuras; e elaboração do relatório final. Os resultados indicaram que as principais causas das não conformidades identificadas no Mapa de Danos decorrem da ação do tempo, da intervenção antrópica e da ausência de manutenção do imóvel. Com base nesses achados, recomendaram-se técnicas de reforço e reabilitação, tais como: o grampeamento das paredes; a conservação do madeiramento original, com substituições pontuais por madeira da região, reforço com suportes adicionais metálicos e/ou em madeira, além da aplicação de produtos de origem natural destinados à impermeabilização e à conservação da madeira, tais como o óleo de linhaça e a cera de carnaúba, recomendados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional; e a recomposição do revestimento argamassado de argila (barro) com materiais compatíveis com os originais, precedida de estudos laboratoriais, como o emprego das técnicas de Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e Análise Termogravimétrica (TGA), além do reforço com tela deployer. Conclui-se que a reabilitação estrutural de edificações históricas, ainda pouco difundida no campo da engenharia civil, requer a adoção de técnicas minimamente intrusivas e de ensaios não destrutivos, de modo a preservar a integridade dos materiais, da edificação e de seu entorno, devendo a intervenção observar aspectos técnicos, jurídico-legais e sociais, a partir de uma atuação interdisciplinar e de uma abordagem de conservação baseada em valores.

Palavras-chave: imóvel histórico; reabilitação; reforço; conservação.

ABSTRACT

Pathological manifestations tend to present themselves more critically in old and historical buildings, whose structural rehabilitation demands the adoption of techniques that preserve their original characteristics. In this context, this study aimed to propose a structural rehabilitation approach for the headquarters building of Fazenda Serra Negra, located in the municipality of Aroazes, in the state of Piauí. This is a case study, of an exploratory and descriptive nature, based on bibliographic and documentary research, with a qualitative approach. The methodological procedures were developed in three stages: bibliographic survey and analysis of the expert report, the Damage Map and the building restoration project; analysis of documents from regulatory bodies and technical standards, as well as data processing through tables and figures; and preparation of the final report. The results indicated that the main causes of the non-conformities identified in the Damage Map stem from the action of time, anthropic intervention and the lack of maintenance of the property. Based on these findings, reinforcement and rehabilitation techniques were recommended, such as: wall stapling; The conservation of the original woodwork, with occasional replacements using wood from the region, reinforcement with additional metal and/or wood supports, as well as the application of natural products for waterproofing and wood preservation, such as linseed oil and carnauba wax, recommended by the National Institute of Historical and Artistic Heritage; and the restoration of the clay mortar coating with materials compatible with the originals, preceded by laboratory studies, such as the use of X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD) and Thermogravimetric Analysis (TGA) techniques, in addition to reinforcement with deployer mesh. It is concluded that the structural rehabilitation of historical buildings, still little known in the field of civil engineering, requires the adoption of minimally intrusive techniques and non-destructive testing, to preserve the integrity of the materials, the building and its surroundings. The intervention must consider technical, legal and social aspects, based on an interdisciplinary approach and a values-based conservation approach.

Keywords: historic building; rehabilitation; reinforcement; conservation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fluxograma das etapas e metodologia da pesquisa	19
Figura 2 -	Mapas da localização de Aroazes e da Fazenda Serra Negra	24
Figura 3 -	Vista frontal do objeto de estudo em 2012	26
Figura 4 -	Vista aérea do objeto de estudo: frente e retaguarda (2020)	27
Figura 5 -	Mapa de Danos e manifestação patológica – Planta Baixa.....	30
Figura 6 -	Manifestações patológicas do piso.....	33
Figura 7 -	Anomalias no piso.....	33
Figura 8 -	Manifestações patológicas no piso.....	33
Figura 9 -	Manifestações patológicas nas paredes.....	34
Figura 10 -	Anomalias nas paredes.....	34
Figura 11 -	Rachaduras na parede	34
Figura 12 -	Imagem aproximada da rachadura na parede	34
Figura 13 -	Colapso na conversadeira	35
Figura 14 -	Deteriorização do reboco no pilar e paredes	35
Figura 15 -	Colapso de parte da parede	36
Figura 16 -	Abalo na estrutura da parede	36
Figura 17 -	Escoras nas paredes externas	37
Figura 18 -	Foto geral das anomalias nas paredes externas	37
Figura 19 -	Foto aproximada da anomalia na parede externa	37
Figura 20 -	Telhado da edificação	38
Figura 21 -	Anomalias no teto	38
Figura 22 -	Anomalias no pilar de madeira	38
Figura 23 -	Pilar de madeira com rachaduras	38
Figura 24 -	Vista da parede e suas estruturas	44
Figura 25 -	Estrutura que compõe a alvenaria de pedra.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Manifestações patológicas conforme Mapa de Danos	31
Quadro 2 - Recomendações para reabilitação e prevenção de colapso	50
Quadro 3 - Intervenções técnicas propostas no projeto de restauro	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia.
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CRFB	Constituição da República Federativa do Brasil
DRX	Difração de Raios X
END	Ensaio Não Destrutivo
FRX	Fluorescência de Raios X
GPR	<i>Ground Penetrating Radar</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICOMOS	<i>International Council on Monuments and Sites</i>
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PPI	Procedimento Prévio Investigatório
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TGA	Análise Termogravimétrica
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

LISTA DE SÍMBOLOS

§	Parágrafo
Km	Quilômetro
m ²	Metros Quadrados
nº	Número

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	METODOLOGIA DA PESQUISA	18
2.1	OBJETO DE ESTUDO	18
2.2	MODALIDADE DA PESQUISA	18
2.3	ETAPAS DA EXECUÇÃO DA PESQUISA	19
2.3.1	Etapa 1 – Levantamento bibliográfico e análises documentais	20
2.3.2	Etapa 2 – Análise e tratamento dos dados	21
2.3.3	Etapa 3 - Consolidação dos dados e confecção do relatório	22
2.4	ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA	22
3	DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA EDIFICAÇÃO	24
3.1	CARACTERIZAÇÃO E ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO IMÓVEL HISTÓRICO	24
3.2	DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E O USO DE TÉCNICAS MINIMAMENTE INTRUSIVAS	28
3.3	NÃO CONFORMIDADES DETECTADAS NO MAPEAMENTO DE DANOS	29
3.3.1	Principais causas das anomalias do imóvel histórico	30
3.3.2	Manifestações patológicas e danos por elemento estrutural	33
4	ELEMENTOS QUÍMICOS E MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA	40
4.1	REVESTIMENTO ARGAMASSADO DA EDIFICAÇÃO	41
4.2	ELEMENTOS QUÍMICOS E MATERIAIS DA EDIFICAÇÃO	43
5	TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO ESTRUTURAL PARA A EDIFICAÇÃO.....	46

5.1	ASPECTOS LEGAIS DA REABILITAÇÃO DE BENS IMÓVEIS TOMBADOS	46
5.2	TÉCNICAS RECOMENDADAS FRENTE AO DIAGNÓSTICO DA EDIFICAÇÃO	49
5.3	ATUAÇÃO INTERDISCIPLINA NA REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DO IMÓVEL	54
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	60
	ANEXO A – DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO - DECRETO Nº 12.135/2006: TOMBAMENTO DA FAZENDA SERRA NEGRA	65

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem como tema a reabilitação estrutural da edificação da sede da Fazenda Serra Negra, localizada no município de Aroazes, no estado do Piauí, fundamentando-se nas contribuições da literatura técnica especializada. Nesse contexto, insere-se no campo da engenharia civil, com direcionamento para a engenharia diagnóstica, tendo como referência a análise dos elementos estruturais de um bem do patrimônio material de natureza histórica, conforme a classificação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2024). Assim, o objeto de estudo consiste na análise estrutural do casarão, antiga sede da Fazenda Serra Negra, fundada em 1766, no período colonial, o qual apresenta relevantes elementos histórico-culturais e arquitetônicos relacionados aos processos de colonização, povoamento e independência do Brasil.

O objetivo geral deste estudo consiste em propor abordagem de reabilitação estrutural da edificação da sede da Fazenda Serra Negra. Assim, a pesquisa se direciona ao alcance dos seguintes objetivos específicos: identificar as manifestações patológicas presentes nas estruturas de madeira que compõe a edificação; demonstrar as principais causas das não conformidades estruturais da construção histórica, detectadas no Mapa de Danos; verificar o tipo de revestimento argamassado da época presente na edificação; estudar os processos de investigação dos elementos químicos e materiais empregados na edificação; e evidenciar técnicas recomendadas de reabilitação estrutural da edificação.

Diante do exposto, esta pesquisa se norteia pela seguinte problemática: Considerando as manifestações patológicas, os materiais e elementos estruturais da época da construção, quais são as técnicas de reabilitação recomendadas para edificação da sede da Fazenda Serra Negra, visando gerar maior segurança e manutenção das suas estruturas físicas originais?

O estudo da reabilitação da edificação da sede da Fazenda Serra Negra apresenta relevância técnica, econômica, social, cultural e ambiental, uma vez que se trata de imóvel do nosso patrimônio histórico, tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, protegido pela Lei Estadual nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, que dispõe sobre a proteção do Patrimônio Cultural do estado do Piauí e tombado nos termos do Decreto Estadual nº 12.135, de 15 de março de 2006 (Anexo A).

As manifestações patológicas põem em risco a integridade estrutural das edificações históricas e reduzem sua vida útil, sendo o estudo dessas manifestações crucial para a tomada de decisão sobre a técnica de reforço e reabilitação mais viável a ser aplicada, de modo a preservar o patrimônio histórico material (edificações) e imaterial (memória cultural, costumes e tradição) (Teixeira; Silva, 2019; Borba, 2022). Assim, a engenharia diagnóstica em imóveis históricos constitui-se em uma área promissora que precisa ser mais estudada e explorada pelo meio acadêmico e mercado de trabalho.

Estudos desta natureza oportunizam experiências que ultrapassam o cenário urbano dos municípios para se adentrar na arquitetura histórico-cultural rural, sendo importantes alertas de ampliação do campo de atuação dos engenheiros civis e da necessidade de uma atuação interdisciplinar em consonância com os aspectos legais e técnicos inerentes aos imóveis que compõem o nosso patrimônio histórico.

Portanto, ao tratar da reabilitação estrutural da edificação em estudo, este trabalho considera o estado de conservação do imóvel, o sistema construtivo com seus materiais e elementos químicos, as manifestações patológicas nos elementos estruturais, bem como a história de vida e a degradação do patrimônio cultural do casarão da Fazenda Serra Grande, sua paisagem cultural e seu entorno, incluindo lendas e narrativas do imaginário popular. Dessa forma, a construção significativa do conhecimento técnico-científico necessário à reabilitação da estrutura física, de maneira compatível com os materiais e elementos originais, alerta para a importância da compreensão da história local, da preservação da identidade cultural e da promoção do desenvolvimento sustentável das regiões com potencial turístico do Piauí.

Atualmente, a fazenda que é sede da edificação em estudo, encontra-se sob o comando de um importante grupo empresarial, sendo que a disseminação do conhecimento sobre a reabilitação estrutural do patrimônio histórico pode contribuir para a sustentabilidade socioambiental e econômica. Pois, o patrimônio histórico conservado permite viabilizar as formas financeiras de visitação, como atrações turísticas e outras formas de exploração econômica, contribuindo com o desenvolvimento do turismo na região e agregando valor ao nosso patrimônio histórico-arquitetônico-cultural tão pouco conhecido e explorado no estado do Piauí e em grande parte do Brasil.

Quanto à estrutura, este trabalho inicia-se com a presente introdução, e seu desenvolvimento organiza-se em 4 (quatro) capítulos. O primeiro, referente ao item 2 deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apresenta os aspectos metodológicos do estudo, destacando a tipologia da pesquisa, seus métodos e técnicas adotados, o fluxograma de execução das etapas 1 (um) a 3 (três) do trabalho acadêmico, além dos aspectos ético-legais. O segundo capítulo (item 3) estabelece o diagnóstico das manifestações patológicas da edificação, contemplando a caracterização do imóvel, o estado de conservação, a avaliação dessas manifestações e as causas das não conformidades identificadas no Mapa de Danos. O terceiro capítulo (item 4) aborda os elementos químicos e os materiais empregados na construção, com destaque para o tipo de revestimento argamassado utilizado à época e para os processos de investigação aplicados à análise desses materiais. O quarto capítulo (item 5) identifica as técnicas de reabilitação estrutural indicadas para a edificação, abordando, ainda, os aspectos legais e as contribuições da literatura técnica que orientam os projetos de reabilitação de imóveis tombados como patrimônio histórico, bem como a necessidade de uma atuação interdisciplinar nesse tipo de intervenção. Por fim, apresentam-se as considerações finais e as referências.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta seção é composta pela descrição dos materiais e métodos empregados na realização do estudo, os quais estão detalhados a seguir.

2.1 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo da presente pesquisa consiste no imóvel histórico denominado Fazenda Serra Negra e sua área de entorno, localizado no município de Aroazes (PI), compreendendo uma área construída de 438,00m² e uma área de proteção de 67.315,06m², conforme os limites estabelecidos pelo tombamento estadual, nos termos do Decreto Estadual nº 12.135/2006 (Anexo A). Portanto, esta pesquisa envolve a reabilitação estrutural do bem patrimonial inserido em um contexto maior que se refere à área territorial da referida fazenda, como se explica no item 3.1.

2.2 MODALIDADE DA PESQUISA

Em relação à metodologia da pesquisa, adotou-se a modalidade de estudo de caso, centrado no casarão, antiga sede da Fazenda Serra Negra, o qual se constitui em uma edificação do período colonial, tombada como patrimônio histórico piauiense e localizada no município de Aroazes, no Estado do Piauí. O ambiente onde se insere a edificação em estudo é composto por um cenário histórico-cultural do Piauí, cujo entorno da casa da fazenda possui currais de pedras em ruínas (Nogueira, 2010).

Quanto aos objetivos, a pesquisa caracterizou-se como exploratória e descritiva, uma vez que o tema apresenta limitações de conhecimento prévio e exige detalhamento das características da edificação em seu contexto real, sem a necessidade de identificar relações causais entre variáveis (Marconi; Lakatos, 2021).

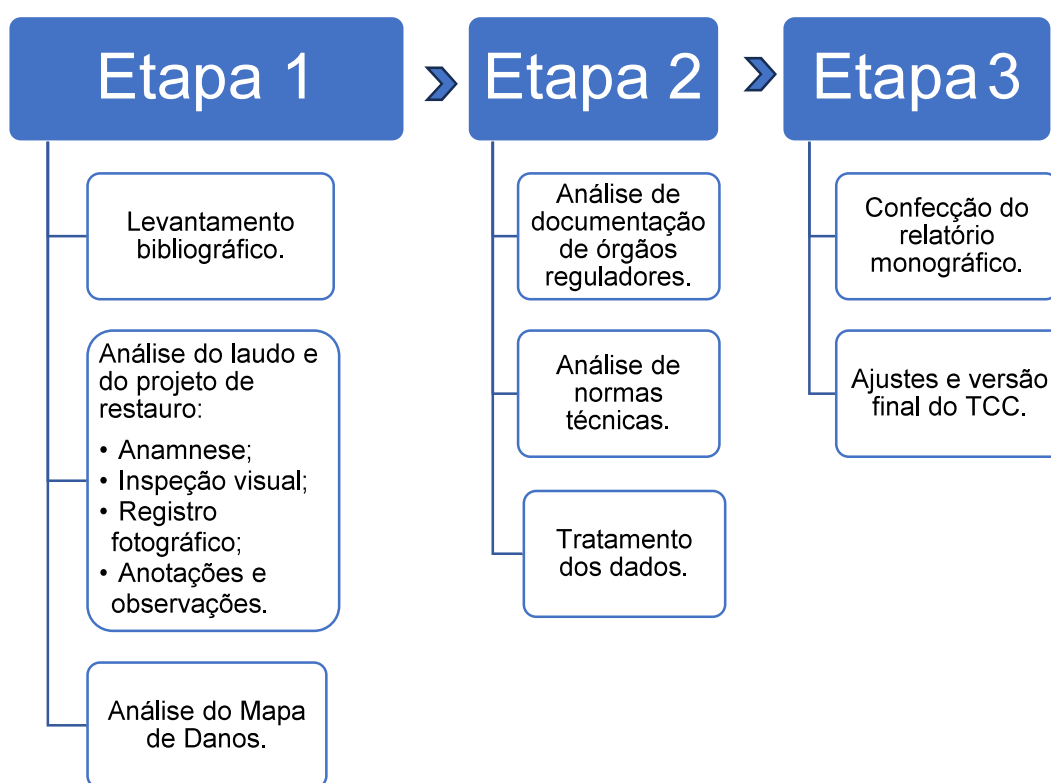
Quanto aos procedimentos, a pesquisa caracterizou-se como bibliográfica e documental. Em relação ao método de abordagem, utilizou-se a pesquisa qualitativa, considerando a análise das manifestações patológicas, tipos de revestimentos argamassados, composição de materiais e técnicas recomendadas para a reabilitação da edificação, entre outros dados de natureza não numérica e voltados à interpretação técnica (Marconi; Lakatos, 2021; Gil, 2019; Gil, 2022).

2.3 ETAPAS DA EXECUÇÃO DA PESQUISA

No presente estudo, conforme a modalidade de pesquisa exposta no item 2.2, destaca-se a pesquisa documental como procedimento de coleta de dados, cujas contribuições da literatura técnica foram extraídas do laudo pericial e do Mapa de Danos elaborados por empresa especializada em vistorias e perícias da área da engenharia, bem como do projeto de restauro da edificação, desenvolvido por escritório de arquitetura, conforme as etapas da pesquisa.

Assim, a execução da presente pesquisa, ocorreu por meio de 3 (três) etapas, realizadas de forma linear e consecutiva, com adoção de procedimentos metodológicos específicos para cada etapa, conforme fluxograma a seguir:

Figura 1 – Fluxograma das etapas e metodologia da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora (2025).

Nesse sentido, a Etapa 1 (um) dos procedimentos da pesquisa refere-se à análise do laudo e do projeto de restauro, embasada previamente em levantamento bibliográfico, que envolveu a seleção de estudos técnico-científicos e das normativas referentes à temática, além da análise do Mapa de Danos. Na Etapa 2 (dois), ocorre

a análise e o tratamento dos dados, visando à sistematização, interpretação e correlação das informações obtidas, de modo a subsidiar a identificação das manifestações patológicas, suas possíveis causas e os níveis de comprometimento da edificação. Por fim, a Etapa 3 (três) trata da consolidação dos dados e informações para emissão do relatório final do TCC. As 3 (três) etapas estão detalhadas a seguir.

2.3.1 Etapa 1 – Levantamento bibliográfico e análises documentais

O estudo envolveu pesquisa bibliográfica e documental, tendo como instrumento de coleta de dados o fichamento de informações técnico-científicas. Utilizaram-se fontes secundárias, como artigos científicos e normas técnicas das áreas de engenharia civil e arquitetura, conforme detalhado no item 2.2 - Modalidade da Pesquisa, com ênfase na engenharia diagnóstica, as quais embasaram o laudo pericial e fundamentaram o presente estudo.

Segundo Marconi e Lakatos (2021) as fontes secundárias constituem a base da pesquisa bibliográfica. Realizou-se previamente a revisão sistematizada da literatura acerca de estudos correlatos ao tema, utilizando-se fontes secundárias, como artigos científicos produzidos por outros autores sobre a reabilitação estrutural de imóveis históricos tombados como patrimônio cultural.

O laudo pericial, emitido em 2020 por uma empresa especializada em vistorias e perícias técnicas, fundamentou o projeto de restauro da edificação. O referido laudo é composto por procedimentos de avaliação *in loco*, destinados à inspeção direta da edificação; *anamnese*, voltada ao levantamento do histórico construtivo e das intervenções anteriores da edificação em estudo; análise documental, para verificação de projetos e registros técnicos; registros fotográficos, utilizados para documentar o estado de conservação e evidenciar os achados da pesquisa; bem como avaliações e observações técnicas, que subsidiaram a identificação e a interpretação das manifestações patológicas existentes.

O projeto de restauro, juntamente com o laudo pericial e o Mapa de Danos, fundamentou a proposição de intervenções nos componentes estruturais (telhado, paredes e piso), visando à manutenção da edificação em estudo. Além disso, utilizou-se o Mapa de Danos da edificação, datado do mesmo período do laudo, o qual possibilitou a identificação, a localização e a caracterização das manifestações patológicas existentes, subsidiando a análise diagnóstica e a definição das

intervenções necessárias à reabilitação do imóvel.

Por se tratar de um estudo de caso, o critério de inclusão corresponde ao próprio objeto de estudo. Assim, foram incluídos os elementos estruturais, as análises dos processos técnicos e os fenômenos inerentes à edificação analisada, com uma linha de pesquisa voltada à engenharia diagnóstica aplicada à reabilitação de imóveis históricos do período colonial. Em contrapartida, foram excluídas fontes não correspondentes à temática e ao período em estudo, edificações, elementos estruturais e contextos externos à Fazenda Serra Negra.

2.3.2 Etapa 2 – Análise e tratamento dos dados

A Etapa 2 (dois) consistiu na análise da documentação emitida por órgãos reguladores e de preservação do patrimônio histórico, bem como na análise das normas técnicas aplicáveis à engenharia civil, com foco na engenharia diagnóstica, pertinentes à avaliação, conservação e reabilitação de edificações históricas, cujas fontes foram selecionadas na primeira etapa, quando da realização do levantamento bibliográfico. Esses documentos possibilitaram a verificação da conformidade do laudo pericial e das propostas de intervenção, sugeridas no projeto de restauro, em consonância com as diretrizes legais, normativas e técnicas vigentes, assegurando a observância dos critérios de segurança, preservação patrimonial e integridade construtiva da edificação estudada.

O laudo pericial serviu de fonte para a composição do relatório fotográfico deste trabalho acadêmico, conforme figuras expostas ao longo do estudo, permitindo uma melhor compreensão do estado de conservação do imóvel. Assim, no tocante ao tratamento dos dados, realizou-se de forma sistematizada a seleção dos dados relevantes à pesquisa, sendo a organização e consolidação das informações expostas em quadros, tabelas e figuras, incluindo registros fotográficos e imagens obtidas por meio de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), conhecido como drone, constantes no laudo pericial.

Diante do exposto, evidencia-se que essa etapa permitiu a interpretação técnica dos danos identificados, a correlação entre manifestações patológicas e suas possíveis causas, bem como a visualização espacial das anomalias construtivas, contribuindo para uma análise diagnóstica consistente e fundamentada.

2.3.3 – Etapa 3 – Consolidação dos dados e confecção do relatório

A Etapa 3 (três) consistiu na consolidação e integração dos dados obtidos nas etapas anteriores, reunindo os resultados da pesquisa bibliográfica, das análises documentais, da avaliação normativa e do tratamento dos dados técnicos. Nessa fase, procedeu-se à sistematização das informações de modo a permitir uma visão global e coerente do objeto de estudo, correlacionando os achados da engenharia diagnóstica com os referenciais teóricos e normativos aplicáveis à reabilitação estrutural de edificações históricas.

A confecção do relatório final ocorreu a partir da organização dos dados consolidados em seções analíticas e descritivas, contemplando a caracterização da edificação, a identificação das manifestações patológicas, a análise dos danos e a fundamentação técnica das propostas de intervenção. O relatório foi elaborado com base em critérios técnicos e científicos, respeitando as normas vigentes e os princípios da preservação do patrimônio histórico, de modo a assegurar clareza, rigor metodológico e consistência nos resultados apresentados.

2.4 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Este estudo foi desenvolvido em conformidade com os princípios éticos aplicáveis às pesquisas na área de engenharia, norteando-se por princípios, tais como: beneficência, justiça, equidade, transparência, objetividade, imparcialidade, integridade científica, responsabilidade socioambiental, conformidade legal e normativa, de modo a assegurar uma condução responsável, comprometida com o rigor científico e os valores éticos, sociais e legais.

A investigação utilizou fontes de domínio público, tendo em vista que o objeto de estudo consiste em uma edificação tombada como patrimônio cultural, sendo rigorosamente observadas as normas relativas a estudos não destrutivos e à preservação de bens culturais. Dessa forma, o uso de fontes secundárias atendeu aos preceitos éticos e legais do direito autoral, em conformidade com a Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998 (Lei de Direitos Autorais), com a devida citação e atribuição de créditos aos autores das obras consultadas.

Ressalta-se que a pesquisa não envolveu intervenções diretas no bem patrimonial em estudo, nem apresentou aplicabilidade em seres humanos, não

expondo indivíduos ou instituições a riscos desnecessários, pautando-se nas contribuições da literatura técnica. Dessa forma, a pesquisa encontra-se dispensada de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), considerando sua natureza e características metodológicas, em conformidade com a legislação vigente, especialmente a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, cujo parágrafo único do art. 1º estabelece que certos tipos de pesquisa não precisam ser registrados ou avaliados pelo Comitê de Ética em Pesquisa / Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP), ou seja, há dispensa de apreciação ética formal em situações como a de pesquisas realizadas exclusivamente com textos científicos para revisão de literatura.

3 DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA EDIFICAÇÃO

As manifestações patológicas são degradações que afetam a estrutura física de uma edificação de maneira visível ou não, as quais são estudadas pela área da patologia das edificações, podendo ser detectadas por meio de análise visual e da realização de ensaios destrutivos (tradicionais e manuais) ou não destrutivos (modernos e tecnológicos) (Teixeira; Silva, 2019).

Conforme Souto e Silva (2022) as principais manifestações patológicas em imóveis históricos são: fissuras, rachaduras, umidade e possíveis infiltrações. Villela (2017) cita as fissuras nas paredes como os problemas mais comuns nesse tipo de imóvel e ressalta que o diagnóstico realizado por engenheiros especialistas tem a finalidade de identificar recalques, rotação de paredes, deslizamento do terreno, entre outras causas. Nesse caso, recomenda-se a selagem, precedida de limpeza, com o uso de argamassa de cal e areia em camada pouco espessa.

3.1 CARACTERIZAÇÃO E ESTADO DE CONSERVAÇÃO DO IMÓVEL HISTÓRICO

O imóvel histórico alvo deste estudo caracteriza-se como uma casa-grande residencial, antiga sede de propriedade rural histórica, conhecida como Fazenda Serra Negra, a qual se encontra localizada na mesorregião do Centro-Norte piauiense, a 236 km da capital Teresina e a 12 Km do município de Aroazes, conforme mapas de localização a seguir (Figura 2).

Figura 2 – Mapas da localização de Aroazes e da Fazenda Serra Negra.



Fonte: IBGE (2020; 2025).

Dessa forma, a localização da Fazenda Serra Grande pode ser visualizada no Mapa do Piauí situando-se na região do Vale do Sambito, microrregião de Valença, posicionando-se geograficamente em uma região de transição e relevo (colina) com predomínio da caatinga, vegetação típica da Região Nordeste. No mapa do município, observa-se que a fazenda está situada no noroeste de Aroazes, na divisa com o município de Santa Cruz dos Milagres.

Em relação ao contexto externo onde se insere o imóvel, identificou-se que Aroazes possui uma área de extensão territorial de 821,212 Km², população estimada com cerca de 5.369 habitantes e densidade demográfica de 6,54 hab./Km², conforme Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2022. Em 2021, o PIB per capita do município atingiu R\$ 9.847,89, ocupando a 137^a posição entre os 224 municípios do estado (IBGE, 2025).

Aroazes apresenta taxa de escolarização de 100% para pessoas de 6 a 14 anos de idade, ocupando o 1º lugar no Piauí e no Brasil. Em 2023, o município alcançou índice de 5,8 no IDEB para alunos dos anos iniciais e 4,6 para alunos dos anos finais da rede pública de ensino. Na área da saúde, o município possui 6 (seis) estabelecimentos no Sistema Único de Saúde (SUS) para atendimento à população. A taxa de mortalidade infantil, segundo dados de 2023, é de 63,83 óbitos por mil nascidos vivos. O município possui 71,89% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e apenas 4,19% dos domicílios com esgotamento sanitário (IBGE, 2025).

Portanto, esses dados revelam que o cenário municipal onde se localiza a edificação histórica em estudo, caracteriza-se como um município de pequeno porte populacional, que se destaca na educação, mantendo índices significativos no IDEB e cobertura plena de escolarização infantil. Por outro lado, apresenta desafios inerentes à saúde pública e saneamento básico.

No tocante ao contexto socioambiental da edificação em estudo, a Fazenda Serra Negra foi fundada em 1766, tendo iniciado seu povoamento em 1730, com a instauração da Missão Aroazes pelos Jesuítas, quando se estabeleceram os primeiros membros da família Pereira da Silva, originários de Lisboa. A propriedade é datada do período colonial e caracteriza-se historicamente pelo uso da mão de obra escrava, representando a arquitetura rural da época, marcada por fazendas que faziam uso da pecuária extensiva, incorporando elementos histórico-culturais e arquitetônicos do período de colonização, povoamento e independência do Brasil (CRC/SECULT, 2012).

Atualmente, as áreas que compõem a Fazenda Serra Negra localizam-se na zona rural dos municípios de Aroazes, Santa Cruz dos Milagres, Valença, São Miguel do Tapuio e Pimenteiras, após um processo gradual de ampliação da extensão territorial promovido pelo atual proprietário, o Grupo Edson Queiroz (CRC/SECULT, 2012).

Destaca-se que o imóvel em estudo se encontra legalmente protegido pela Lei Estadual nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, que dispõe sobre a proteção do Patrimônio Cultural do estado do Piauí, o qual foi tombado nos termos do Decreto Estadual nº 12.135, de 15 de março de 2006. O tombamento se refere ao imóvel “Fazenda Serra Negra” incluindo seu entorno, o qual está situado no município de Aroazes. O imóvel, objeto de estudo desta pesquisa, conforme identificado na metodologia, possui 438,00 m² de área construída e 67.315,06 m² de área de proteção ambiental. Assim, a Figura 3 (três) representa a sede da fazenda em 2012, ainda com as paredes externas aparentemente em bom estado de conservação:

Figura 3 – Vista frontal do objeto de estudo em 2012



Fonte: Coordenação de Registro e Conservação – CRC/SECULT (2012).

A figura 4 (quatro) retrata a edificação histórica por meio da vista área frontal e da retaguarda do imóvel, cuja imagem foi adaptada de registros fotográficos emitidos por Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), conhecido como drone, por ocasião da inspeção realizada no ano de 2020, à época da emissão do laudo pericial em estudo.

Figura 4 – Vista aérea do objeto de estudo: frente e retaguarda (2020)



Fonte: VANT/Drone - DP Inspeções (2020, p.01).

A antiga sede (casarão) da fazenda piauiense do século XVIII situa-se em um cenário de belezas arquitetônicas e envolta em elementos culturais, como a lenda de que uma escrava foi serrada viva na fazenda a mando do seu primeiro proprietário, Luís Carlos Abreu de Bacelar, por ela ter ajudado a esposa dele a simular uma tuberculose. Esta seria a origem do termo Serra Negra atribuído ao seu proprietário e ao nome da fazenda (Brandão, Miranda, 2025). A propriedade também foi alvo de Procedimento Prévio Investigatório (PPI), instaurado pelo Ministério Público Estadual sobre sua degradação e medidas de preservação (Nogueira, 2010).

A estrutura envolve materiais de construção regionais do Piauí do século XVIII, sendo foco de análise deste estudo as manifestações patológicas detectadas nas estruturas de madeira, o revestimento argamassado da época, os elementos químicos e materiais empregados na edificação e as técnicas de reabilitação recomendadas que gerem menor impacto à estrutura original da edificação.

Os resultados sobre o estado de conservação do imóvel demonstraram fatores técnicos e situações relevantes, que culminam em um estado precário de deterioração da edificação, classificado como “grau crítico”, conforme laudo pericial. No item 8 do projeto de restauro, afirma-se que de modo geral o estado de conservação do edifício é considerado ruim, devido às graves fissuras, que são fatores de risco para o desabamento das paredes, situação ocorrida em um dos 14 cômodos do casarão. O estado de conservação do bem é reforçado no item 9 do referido projeto, como “alarmante”, evidenciando a urgência da adoção de intervenções técnicas, com vistas a impedir a descaracterização do imóvel e a consequente perda de sua materialidade histórica (DB Inspeções, 2020; Ferreira, 2020).

Nesse contexto, no item seguinte, apresenta-se um diagnóstico detalhado da situação da edificação em estudo, tendo como base fundamental o Mapa de Danos, correlacionando este diagnóstico com o uso de técnicas minimamente invasivas.

3.2 DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E O USO DE TÉCNICAS MINIMAMENTE INTRUSIVAS

Segundo Cintra (2020) a avaliação da integridade estrutural de imóveis históricos é desafiadora, uma vez que há escassez de registros construtivos, diversidade de materiais, restrições de acesso, contato e extração de amostras. Portanto, a autora indica o uso dos Ensaios Não Destrutivos (END) para este tipo de edificação sugerindo técnicas modernas como: fotogrametria, termografia infravermelha, pacometria, esclerometria, velocidade de pulso ultrassônico, *Ground Penetrating Radar* (GPR); macaco plano duplo e ensaio de identificação dinâmica. Afirmar ainda que tais ensaios podem ser combinados e devem possibilitar um diagnóstico fidedigno da situação do imóvel, o estudo da evolução dos danos existentes, a garantia de segurança das edificações, além de orientar quanto ao uso de intervenções menos extensivas e intrusivas.

Nessa perspectiva, no diagnóstico das manifestações patológicas presentes em imóveis tombados como patrimônio histórico, os métodos de avaliação tradicionais estão sendo substituídos por tecnologias cada vez mais modernas e fundamentadas em ensaios não destrutivos, uma vez que:

Os ensaios não destrutivos - END (ou NDT), são ensaios utilizados em inspeções de peças, máquinas, equipamentos, ou mesmo pessoas, e envolvem métodos para medir e detectar propriedades, capacidade de desempenho de partes e peças de equipamentos e estruturas, realizados sem prejudicar ou interferir de forma significativa nos objetos, seja em sua funcionalidade ou mudança de características físico-químicas, por exemplo (Caldana Jr.; Rolim; Michelin, 2021, p. 195).

No caso do tema em estudo, tratou-se do uso de ensaios não destrutivos relativos à análise dos elementos estruturais de um imóvel tombado como patrimônio histórico piauiense, cujas intervenções, por determinação legal, não podem interferir em suas características e no formato original, visando à preservação do patrimônio material e imaterial que envolve a edificação alvo da pesquisa. Assim, os END têm a vantagem de serem recursos utilizados *in situ* que oferecem menor risco de causar danos e comprometer a estrutura analisada, como afirmam os autores supracitados.

De modo geral faz-se uso da engenharia diagnóstica, área da engenharia civil direcionada à identificação de falhas, deficiências e deterioração da estrutura das edificações, conforme procedimentos metodológicos (Gomide; Fagundes; Gullo, 2016).

Nesse contexto, a inspeção se constitui em procedimento essencial para caso em questão, com o uso de métodos menos intrusivos de investigação, dispondo de avaliação in loco, análise documental, anamnese, avaliação modular, uso de Mapa de Danos (DB Inspeções, 2020). Portanto, essas ferramentas visam oferecer um diagnóstico seguro e fidedigno da realidade para a escolha das técnicas mais adequadas à reabilitação das edificações históricas.

3.3 NÃO CONFORMIDADES DETECTADAS NO MAPEAMENTO DE DANOS

Borba (2022) afirma que o estudo das patologias das construções e do Mapa de Danos são ferramentas fundamentais para a adequada intervenção e preservação dos prédios históricos. Conforme Villela (2017), a especificação dos materiais e serviços a serem utilizados na reabilitação estrutural do imóvel exige o mapeamento dos danos, os quais podem ser classificados em 5 (cinco) categorias: estrutura, alvenaria, cobertura, esquadrias e pisos/forros.

O Mapa de Danos “objetiva a representação gráfica dos danos existentes e identificados na edificação, relacionando-os aos seus agentes e causas” (Brasil, 2005, p. 28). Assim, os danos se referem às lesões e perdas estruturais, por exemplo: fissuras, degradações por umidade e ataque de xilófagos, abatimentos, deformações, destacamento de argamassas, corrosão e outros (Brasil, 2005; Hautequestt Filho; Achiamé, 2018).

Ainda não existe uma padronização ou normatização para a representação gráfica do Mapa de Danos, embora esse instrumento seja essencial ao projeto de restauro ou de reabilitação do imóvel histórico (Hautequestt Filho; Achiamé, 2018).

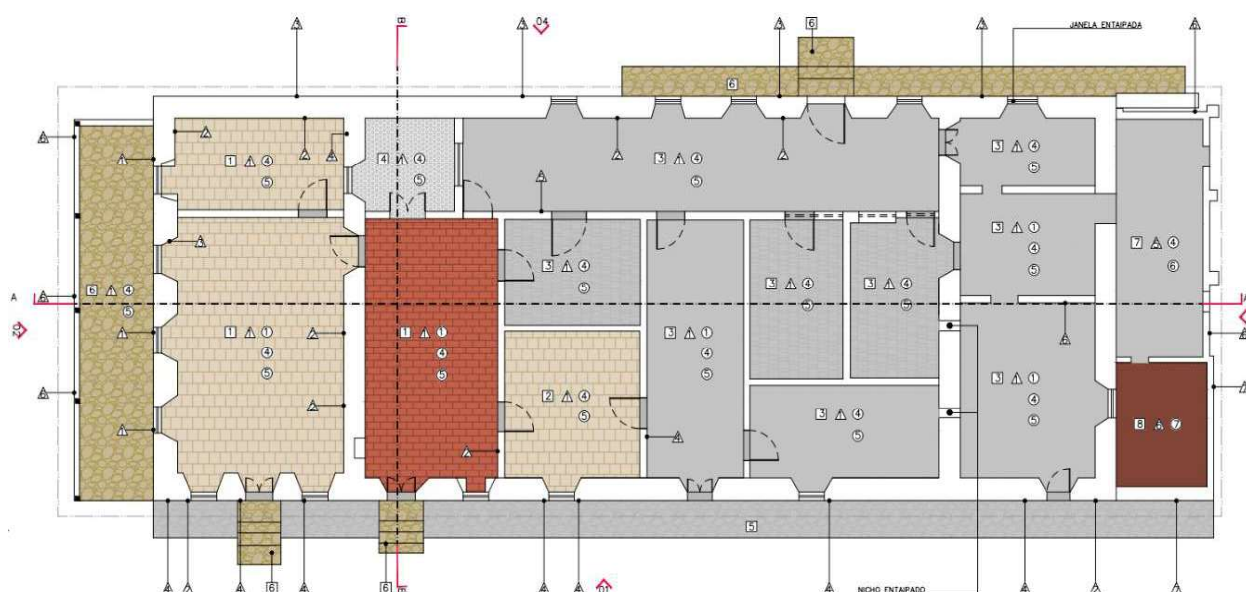
Segundo Borba (2022) o foco atual reside na qualidade, desempenho durabilidade e longevidade dos materiais dos elementos estruturais (piso, paredes e teto/telhado), sendo esses critérios essenciais para subsidiar as decisões de intervenção e as técnicas de reabilitação recomendadas para cada caso.

3.3.1 Principais causas das anomalias do imóvel histórico

Ao estudar manifestações patológicas em imóveis históricos do estado de Pernambuco devido à falta de manutenção e de recuperação, Borba (2022) afirma que o Mapa de Danos não se resume a uma representação gráfica. Pois se apresenta como uma importante ferramenta de registro do quadro evolutivo de conservação de bens do patrimônio histórico, servindo de referência para análises futuras. Ressalta ainda que estudos dessa natureza são importantes para compreender os mecanismos que degradam as edificações, visando a intervenções para a correção das manifestações patológicas e a preservação do patrimônio histórico.

A análise do Mapa de Danos do objeto de estudo detectou que as principais causas das manifestações patológicas foram a ação do tempo, a ação antrópica e a falta de manutenção do imóvel, conforme Mapa de Danos (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de Danos e manifestação patológica – Planta Baixa



Fonte: DB Inspeções (2020, p.19).

Os danos e manifestações patológicas observados no imóvel histórico foram descritos de acordo com os elementos estruturais – piso, paredes e teto/telhado - e suas respectivas soluções, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Manifestações patológicas conforme Mapa de Danos

DANOS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
□ PISO			
IDENTIFICAÇÃO	SITUAÇÃO	CAUSA	SOLUÇÃO
1	Tijoleiras quadradas e retangulares parcialmente danificadas.	Desajuste natural por ação do tempo.	Restituição do piso com peças semelhantes às originais.
2	Tijoleiras quadradas danificadas.	Desajuste natural por ação do tempo.	Restituição do piso com peças semelhantes às originais.
3	Cimentado sobre tijoleiras originais danificadas.	Ação antrópica acrescentando cimento sobre as tijoleiras.	Restituição do piso com peças semelhantes às originais.
4	Pastilhas sobre tijoleiras originais danificadas.	Ação antrópica – pastilhas sobre o piso original.	Restituição do piso com peças semelhantes às originais.
5	Cimentado danificado sobre o piso de pedra (arenito) original.	Ação antrópica – pastilhas sobre o piso original em pedras.	Restituição do piso originais.
6	Piso de pedra (arenito) com falhas e desagregação.	Ação do tempo sobre o piso.	Restituição das falhas e ajustes do piso.
7	Cimentado danificado (intervenção recente).	Ação do tempo sobre o piso.	-
8	Piso não identificado deteriorado.	Ação do tempo sobre o piso.	-
△ PAREDE			
IDENTIFICAÇÃO	SITUAÇÃO	CAUSA	SOLUÇÃO
1	Reboco de mão original com sujidades.	Ação do tempo e águas pluviais.	Reconstituição do reboco em desagregação e limpeza.
2	Zona com desagregação parcial do revestimento (reboco).	Ação do tempo.	Reconstituição do reboco.
3	Zona com desagregação total do revestimento (reboco).	Ação do tempo.	Reconstituição do reboco.
4	Fissura localizada na	Ação de águas	Tratamento da fissura e

	parede.	pluviais e recalque de fundação.	reconstituição do reboco.
5	Zona com descolamento do material de revestimento (reboco).	Ação do tempo e presença de água sobre madeira.	Reconstituição do reboco.
6	Alvenaria de adobe com rachaduras.	Ação do tempo e intempéries naturais.	Tratamento da rachadura e reconstituição do reboco.
7	Alvenaria de adobe com rachaduras.	Ação do tempo e intempéries naturais.	Tratamento da rachadura e reconstituição do reboco.
OTETO (TELHADO)			
IDENTIFICAÇÃO	SITUAÇÃO	CAUSA	SOLUÇÃO
1	Peças principais e caibros em bom estado e com sujidades.	Ação do tempo.	Limpeza e lixamento superficial.
2	Mísula em madeira com redução de seção.	Ação biológica.	Reconstituição da mísula.
3	Ausência das mísulas originais (aprox. 15%).	Retiradas por ação antrópicas.	Reconstituição da mísula.
4	Ripas com sujidades e perda de seção (aprox. 30%).	Ação do tempo e biológica.	Reconstituição das ripas.
5	Misto de telhas originais em bom estado (aprox. 40%) e telhas novas quebradas (aprox. 60%).	Ação antrópica e temporal.	Manter as originais e recompor as peças faltantes.
6	Telhas novas quebradas e deteriorada.	Ação do tempo e intempéries naturais.	Reconstituição das telhas semelhante as da época.
7	Cobertura deteriorada.	Ação do tempo e intempéries naturais.	Reconstituição das telhas semelhante as da época.

Fonte: DB Inspeções adaptado pela autora (2020a, p.01).

Diante do diagnóstico exposto no Mapa de Danos, é possível identificar as manifestações patológicas e os danos em cada elemento estrutural, conforme se descreve a seguir e se evidenciam nos registros fotográficos.

3.3.2 Manifestações patológicas e danos por elemento estrutural

Na análise das causas das manifestações patológicas observou-se comprometimento na estrutura do imóvel, conforme imagens a seguir:

Figura 6 – Manifestações patológicas no piso



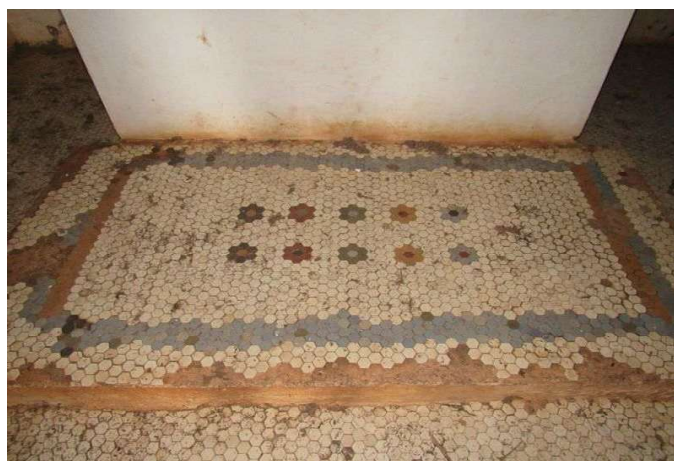
Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figura 7 – Anomalias no piso



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figura 8 – Manifestações patológicas no piso



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

As Figuras 6, 7 e 8 demonstram a deterioração do piso da edificação em estudo, a qual apresenta desagregação do piso, cimento sobre as tijoleiras originais decorrente de ação antrópica e tijoleiras parcialmente danificadas por ação do tempo (Quadro 1). A ação antrópica, neste caso, constitui-se em um agravante, uma vez que os imóveis históricos devem ter sua originalidade preservada.

Figura 9 – Manifestações patológicas nas paredes



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figura 10 – Anomalias nas paredes



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

As Figuras 9 e 10 demonstram indícios de comprometimento no elemento estrutural paredes, como fissuras, trincas inclinadas (recalques), bem como trincas verticais e horizontais. Além disso, observam-se rachaduras que potencializam a infiltração, conforme descrito no Mapa de Danos (Quadro 1).

Figural 11 – Rachaduras na parede



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figural 12 – Imagem aproximada da rachadura na parede



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

As Figuras 11 e 12 ilustram uma rachadura identificada na parede da edificação, com abertura aproximada de 2,3 cm. De acordo com a classificação amplamente adotada na engenharia civil, proposta por Thomaz (2020), as discontinuidades em elementos construtivos podem ser categorizadas conforme a largura de abertura,

sendo denominadas fissuras aquelas que apresentam aberturas de até 0,5 mm, trincas quando variam entre 0,5 mm e 3,0 mm, e rachaduras aquelas que ultrapassam esse limite, caracterizando um estado mais avançado de comprometimento estrutural.

Figural 13 – Colapso na conversadeira



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figural 14 – Deteriorização de reboco no pliar e na parede



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

A estrutura arquitetônica denominada conversadeira (Figura 13), elemento característico das edificações históricas do período colonial, encontra-se atualmente sem revestimento argamassado. Essa ausência de reboco expõe diretamente os materiais constituintes da alvenaria às ações de agentes físicos, químicos e biológicos, tais como variações térmicas, umidade, insolação, colonização por microrganismos e processos de lixiviação, acelerando os mecanismos de degradação do sistema construtivo.

Do ponto de vista técnico, a inexistência do revestimento argamassado (Figura 14) compromete as funções de proteção superficial e de controle da permeabilidade da alvenaria, condição que tem contribuído diretamente para o agravamento das manifestações patológicas já observadas no elemento, tais como a desagregação do material, o surgimento e a ampliação de rachaduras, bem como o comprometimento progressivo da capacidade resistente da estrutura. Essas patologias indicam a atuação contínua de agentes de degradação e possíveis movimentações estruturais, elevando o grau de vulnerabilidade da conversadeira e demandando intervenções fundamentadas em diagnóstico técnico detalhado, compatíveis com as características construtivas originais da edificação histórica.

Além desse elemento, nos pilares e paredes, conforme Figuras 15 e 16, observa-se também a desagregação do revestimento argamassado.

Figura 15 – Colapso de parte da parede



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figura 16 – Abalo na estrutura da parede



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Conforme descrito no laudo técnico de avaliação estrutural, verificou-se o colapso de uma parede de alvenaria utilizada como divisória interna da edificação, situação evidenciada nas Figuras 15 e 16, indicando um estágio avançado de degradação e comprometimento estrutural. Estudo de Passos e Britto (2024) apontou que a edificação apresentava risco potencial de colapso em razão da presença de fissuras, trincas e rachaduras em seus elementos estruturais, sendo as principais causas das não conformidades identificadas associadas à ação do tempo, à ação antrópica e à ausência de manutenção adequada do imóvel.

Verificou-se que foi adicionada à construção histórica uma estrutura de madeira provisória para escoramento da parede externa, visando criar uma barreira para evitar o colapso da estrutura (Figuras 17, 18 e 19).

Figura 17 – Escoras nas paredes externas



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figural 18 – Foto geral das anomalias nas paredes externas



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figural 19 – Foto aproximada da anomalia na parede externa



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Nas figuras 18 e 19 observa-se, nos locais onde foram colocadas as escoras, que as rachaduras nas paredes são bastante acentuadas e profundas, evidenciando um quadro de comprometimento estrutural significativo, o que justifica a adoção de escoramentos provisórios em madeira como medida emergencial para garantir a estabilidade da edificação.

Na avaliação dos elementos estruturais do imóvel detectou-se também a situação do teto/telhado, demonstrado a seguir (Figura 20 e 21):

Figura 20 – Telhado da edificação



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figura 21 – Anomalias no teto



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

As Figuras 20 e 21 demonstram um teto com uso da madeira de carnaúba, apresentando dano estrutural na cobertura do imóvel histórico. Estudo de Santos (2020) sobre as propriedades mecânicas da carnaúba afirma que este material se comporta como uma madeira de boa resistência à compressão e baixa densidade, sendo propício seu uso em telhados.

No caso em estudo, houve ação do tempo e retirada das mísulas por ação antrópica, sendo observada a existência de algumas telhas originais em bom estado (40%). Entretanto, as demais encontravam-se quebradas à época do laudo pericial.

Figura 22 – Anomalia no pilar de madeira



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figura 23 – Pilar de madeira com rachaduras



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

As Figuras 22 e 23 evidenciam um pilar com rachadura na madeira, caracterizando uma manifestação patológica de natureza estrutural no sistema de sustentação do imóvel histórico. A presença de fissuras longitudinais e abertura significativa ao longo do elemento indica comprometimento da integridade do material, possivelmente associado à ação do tempo, às variações higrotérmicas e à ausência de manutenção preventiva.

Segundo Thomaz (2020), fissuras em elementos estruturais constituem importantes indicadores de degradação, podendo estar relacionadas a processos de envelhecimento dos materiais, variações de umidade e sobrecargas não previstas. No caso em estudo, tais patologias podem comprometer a capacidade resistente do pilar, favorecendo a deterioração progressiva da madeira e elevando o risco de instabilidade estrutural, o que reforça a necessidade de intervenções técnicas compatíveis com os princípios de conservação do patrimônio histórico.

4 ELEMENTOS QUÍMICOS E MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO HISTÓRICA

A compreensão dos elementos químicos e materiais que compõem uma edificação histórica constitui etapa essencial para o diagnóstico de suas manifestações patológicas e para a definição de estratégias de reabilitação estrutural adequadas. Em construções antigas, como a sede da Fazenda Serra Negra, os materiais empregados apresentam características físico-químicas específicas, muitas vezes distintas dos insumos contemporâneos, o que exige a análise criteriosa de sua constituição, comportamento e interação com o meio. Assim, o estudo dos revestimentos, das argamassas, das pedras, da madeira e dos demais componentes originais torna-se indispensável para assegurar intervenções compatíveis com o sistema construtivo tradicional.

Além disso, as técnicas de execução e os materiais utilizados no passado, formulados majoritariamente com base em recursos naturais como cal, agregados minerais, pedras e madeiras locais, possuem processos de deterioração próprios, acentuados pelas condições climáticas, pelo envelhecimento natural e pela ausência de manutenção contínua. A identificação desses processos, bem como dos mecanismos químicos que afetam a durabilidade dos elementos construtivos, especialmente aqueles relacionados à umidade, aos sais solúveis, às variações térmicas e à incompatibilidade entre materiais antigos e modernos, embasa a tomada de decisões quanto ao uso de procedimentos adequados de conservação e restauração (Barros, 2020).

Dessa forma, este capítulo apresenta inicialmente o estudo do revestimento argamassado, abordando seu comportamento, suas vulnerabilidades e as recomendações técnicas para intervenção em alvenarias históricas. Em seguida, discorre sobre os principais elementos químicos e materiais presentes na construção da sede da fazenda, contextualizando-os no panorama das técnicas tradicionais utilizadas no Piauí e no Brasil. A análise conjunta desses aspectos permite compreender como a escolha e o emprego dos materiais influenciaram o desempenho estrutural da edificação ao longo do tempo, além de fornecer subsídios para a definição de técnicas compatíveis e seguras para sua reabilitação.

4.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO DA EDIFICAÇÃO

O estudo do revestimento argamassado da época é condição precípua para encontrar a técnica mais recomendável para a reabilitação do imóvel. Ribeiro (2003) *apud* Villela (2017) afirma que na alvenaria de tijolo deve-se molhar a argamassa antes de aplicá-la na parede. No caso da parede de pedra, material presente na edificação em estudo, deve-se apicoar antes. Em grandes fissuras torna-se necessário o embrechamento com tijolo ou pedra.

O autor acrescenta a necessidade do uso de impermeabilizantes, barreiras químicas e/ou da construção de valas de escoamento antes da aplicação do revestimento argamassado para imóveis com frequentes problemas de umidade, como é o caso de imóveis muito antigos. Caso ocorra a presença de bolor na superfície, recomenda-se a lavagem com água sanitária e a reparação, caso haja pulverulência.

Essas medidas são importantes, uma vez que Vieira e Cadore (2018) destacam que as manifestações patológicas podem ser decorrentes de agentes deteriorizadores, como a poluição e a variação de temperatura, além de agentes biodeteriorizadores, como cupins e fungos.

Villela (2017) alerta que no processo de restauração dos imóveis não pode haver incompatibilidade entre materiais originais e os atuais. Caso haja materiais incompatíveis com os materiais originais da alvenaria e do reboco poderão ocorrer reações químicas com formação de sais prejudiciais à estrutura do imóvel. As estruturas de madeira só podem ser substituídas em caso de extrema necessidade, devendo-se evitar o uso de pregos, executando sambladuras ou emendas e, se necessário, fazer uso de placas metálicas aparafusadas. Além da necessidade da aplicação de produtos para prevenir a incidência de cupins. No caso dos imóveis históricos, o IPHAN, conforme Gonzaga (2006) recomenda o uso de produtos naturais, como óleo de linhaça e cera de carnaúba, como se demonstra adiante.

Corroborando com esse posicionamento, Mesquita (2025) alerta que deve se evitar o uso de materiais não compatíveis com os originais, como a utilização de argamassa de cimento no lugar de argamassa de cal no rejunto de alvenarias de pedra. Afirma ainda que tal contraposição pode ocasionar a desagregação das rochas.

O revestimento argamassado das paredes internas e externas da edificação em estudo é de composição argilosa, apresentando baixa resistência de aderência

com camada de espessura de até 12 cm e ausência da camada de aderência do substrato, não havendo chapisco e emboço como ocorre com outros materiais. Consequentemente, existem vários pontos de deslocamento na alvenaria de pedras.

Nas alvenarias de pedras das construções históricas, normalmente, são utilizadas as argamassas tradicionais de assentamento e rejuntamento, geralmente formuladas à base de cal aérea ou hidráulica e agregados minerais, resultando em composições ricas em carbonato de cálcio, cuja interação química é determinante para a coesão e durabilidade do conjunto (Barros, 2020).

No contexto das alvenarias de pedra, a argamassa de assentamento e rejuntamento apresenta elevada susceptibilidade à degradação, sobretudo em função da ação da água e das variações ambientais. Infiltrações, umidade por capilaridade e exposição às intempéries favorecem a lixiviação dos ligantes e a perda gradual de coesão, resultando em pulverização, destacamentos e redução da capacidade de aderência entre os blocos pétreos. Além disso, os ciclos térmicos de contração e dilatação aceleram o aparecimento de microfissuras, enquanto a presença de sais solúveis intensifica processos de cristalização e recristalização no interior dos poros, ampliando a desagregação do material. Esses mecanismos combinados comprometem o desempenho mecânico da argamassa e, consequentemente, a estabilidade e durabilidade do conjunto construtivo (Barros, 2020).

Estudo de Menezes, Cabral e Martineli (2020) realizado com o objetivo de caracterizar as argamassas de revestimento históricas da Usina Ilha Bela, no município de Ceará Mirim, no Rio Grande do Norte, utilizou técnicas analíticas em laboratório para a caracterização físico-química e mineralógica, cujos resultados apontaram que as argamassas analisadas caracterizam-se como argamassas ricas em cal, constituídas por aglomerante de natureza calcítica, tendo a areia de origem silicosa como agregado, com presença de argila em sua composição. Para tanto, as técnicas utilizadas foram: Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e Análise Termogravimétrica (TGA).

Em relação a essas técnicas de laboratório para a análise da argamassa de construções históricas, destaca-se que a fluorescência de raios X (FRX) é empregada para a identificação qualitativa e quantitativa dos elementos químicos presentes na amostra, expressos na forma de óxidos. A difração de raios X (DRX) permite a determinação da composição mineralógica da argamassa, possibilitando a identificação da natureza do agregado e do aglomerante utilizados nas argamassas

antigas. Já a análise termogravimétrica (TGA) fornece curvas de variação de massa em função da temperatura e, a partir da derivada (DTG), possibilita a identificação das temperaturas nas quais ocorrem reações responsáveis por perdas de massa, como os processos de desidratação e decomposição dos compostos (Menezes, Cabral e Martineli, 2020).

O projeto de restauro da edificação da Fazenda Serra Negra sugere a recomposição do reboco, conforme projeto e estudos em laboratório da composição da argamassa para reconstituição semelhante à argamassa da época. O estudo acima identificado, demonstra algumas dessas técnicas de laboratório, como aplicação das técnicas de Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e Análise Termogravimétrica (TGA), com o intuito de promover a adequada caracterização físico-química e mineralógica das argamassas da edificação histórica analisada.

A utilização dessas técnicas permitirá identificar a composição química e mineralógica dos materiais constituintes, bem como a natureza do aglomerante e do agregado empregados originalmente, fornecendo subsídios técnicos essenciais para a compreensão do comportamento do material e para a definição de estratégias de conservação, compatibilização e intervenção, respeitando as características construtivas originais do bem patrimonial, devendo ser consideradas em trabalhos futuros sobre a edificação em estudo para possível aplicação, desde que devidamente autorizados pelos órgãos regulamentadores.

4.2 ELEMENTOS QUÍMICOS E MATERIAIS DA EDIFICAÇÃO

Nos sistemas construtivos tradicionais as alvenarias mais comuns utilizadas nas construções históricas são as de pedra, tijolos cerâmicos e taipa (Barros, 2020). No caso da edificação em estudo entre os materiais utilizados na construção da sede da fazenda estão a pedra nas paredes e a cobertura de madeira, especificamente a carnaúba no telhado.

Em relação à alvenaria de pedra, ela se caracteriza como do tipo cantaria (Figuras 24 e 25), a qual diverge da alvenaria de pedra comum: “A cantaria é aquela de pedra regulares e com maiores dimensões assentadas diretamente uma sobre as outras, com ou sem juntas argamassadas” (Barros, 2020, p. 42). A autora explica que este tipo de alvenaria foi bastante usual em edificações nobres e igrejas, cujo sistema construtivo é caracterizado por elevados custos do material e da mão-de-obra,

deferenciando-se da alvenaria de pedra assimétrica e de menor dimensão. Portanto, observa-se a grandeza da edificação em estudo em face dos altos custos dos seus materiais e da mão-de-obra à época da sua fundação. Além disso, os materiais empregados não eram tão comuns como a taipa de mão e o adobe no estado do Piauí, como se observou no estudo citado a seguir.

Figural 24 – Vista da parede e suas estruturas



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Figural 25 – Estrutura que compõe a alvenaria de pedra



Fonte: DB Inspeções (2020, p.01).

Estudo de Lopes e Alexandria (2006) sobre as construções com terras no município de Cristino Castro apresenta um panorama nacional e local sobre o uso da terra em alvenaria, afirmando que no Brasil prevaleceram as construções com o uso das seguintes técnicas: taipa de pilão, adobe e taipa de mão. Essas construções datam do período colonial e sofreram grande influência dos colonizadores paulistas. Entretanto, a partir do século XIX a construção com terra e o uso desses materiais passaram a cair em desuso. Os autores afirmam que, nos municípios piauienses, foi observado o uso intenso do adobe, técnica de baixo custo e que demanda baixa especialização, bastante utilizada em casas antigas e em áreas periféricas, como ocorre no município de Cristino Castro. O uso do adobe no estado foi bastante comum em construções históricas religiosas e urbanas.

No referido estudo um ponto de destaque é a construção da sede da Fazenda Olho D'água, no município de Esperantina, localizado a 194 km de Teresina, a edificação possui uma base estruturada em alvenaria de pedra, elemento fundamental para a estabilidade do conjunto, associada ao telhado de madeira e paredes de fechamento executadas em adobe (Lopes e Alexandria, 2006).

Essa composição revela a combinação de técnicas tradicionais e materiais disponíveis à época, resultando em uma construção robusta e representativa da arquitetura rural oitocentista, que chama a atenção pela semelhança no uso de alvenaria de pedra associada com telhado de madeira em construções históricas rurais do interior do Piauí. Esses tipos de materiais e associações também foram utilizados na sede da Fazenda Serra Negra objeto deste estudo.

Em algumas tipologias construtivas com alvenaria de pedras, observa-se ainda o emprego de materiais complementares, como madeira ou elementos metálicos, destinados à amarração e estabilização das paredes. A combinação das características físicas e químicas, associada ao modo de execução e às condições de carregamento, influencia diretamente o comportamento estrutural da alvenaria e sua predisposição a manifestações patológicas, como destacamentos e fissurações, recorrentes em construções históricas (Barros, 2020).

Conforme o projeto de restauro, a Fazenda Serra Negra apresenta uma solução construtiva que se diferencia do padrão regional, em razão de sua localização próxima ao Riacho Serra Negra, área com abundância de jazidas de arenito, o que possibilitou o uso combinado de pedra de lajeiro e barro na execução das paredes externas e de duas paredes internas, todas com aproximadamente 80 cm de espessura. Essas paredes caracterizam-se como elementos autoportantes ou estruturais, desempenhando simultaneamente as funções de vedação e de sustentação das cargas e dos esforços da edificação. Embora a pedra apresente baixa resistência quando submetida a esforços elevados, a significativa espessura das paredes contribui para a diminuição das tensões atuantes, assegurando a estabilidade estrutural do conjunto construtivo (Ferreira, 2020).

Vieira e Cadore (2018) afirmam que o desconhecimento sobre os materiais da edificação e o sistema construtivo, além da falta de preparo técnico e da incompatibilidade entre o projeto estrutural e o projeto arquitetônico são fatores que provocam impactos em edificações históricas recuperadas ou reutilizadas.

Diante do exposto, ressalta-se que a manutenção dos materiais originais ou compatíveis com os da época envolve questões não somente legais, mas também técnicas relativas à segurança e confiabilidade, assunto abordado no próximo capítulo.

5 TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO ESTRUTURAL PARA A EDIFICAÇÃO

A reabilitação de imóveis históricos é um processo complexo e desafiador para os engenheiros e demais profissionais envolvidos, pois perpassa desde a decisão pela aplicação de métodos tradicionais até o emprego de novos conceitos e técnicas. Entretanto, apresenta muitas vantagens que ultrapassam a preservação da história, abrangendo a melhoria do ambiente construído, a sustentabilidade socioambiental e a valorização do empreendimento (Mesquita; Qualharini, 2024).

Segundo o Manual de Elaboração de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (2005), que engloba os cadernos técnicos do Programa Monumenta e se direciona ao patrimônio edificado, cujo objetivo é orientar a elaboração dos projetos de intervenção no patrimônio cultural nas etapas que vão da identificação do objeto à efetivação do projeto executivo, entende-se por reabilitação: “Conjunto de operações destinadas a tornar apto o edifício a novos usos, diferente para o qual foi concebido” (IPHAN, 2005, p.13).

No caso da edificação em estudo, trata-se de um antigo casarão da Fazenda Serra Grande, que funcionava como residência e sede da propriedade. Na atualidade a reabilitação faz-se necessária para conservação do imóvel e a preservação do bem tombado como patrimônio cultural, o qual possui significativo potencial turístico. Nesse sentido, Mesquita (2025) ressalta que a reabilitação de edificações históricas possibilita a criação de novas oportunidades econômicas para as comunidades, especialmente quando esses imóveis passam a abrigar usos como museus, hotéis, restaurantes e outras atividades capazes de fortalecer o turismo cultural.

Na abordagem dos aspectos técnicos-operacionais, o estudo da reabilitação de edificações que compõem o nosso patrimônio histórico requer dos acadêmicos e profissionais da área da engenharia civil, especificamente, da engenharia diagnóstica, a observância dos aspectos técnico-legais próprios desse tipo de edificação, como se demonstra a seguir.

5.1 ASPECTOS LEGAIS DA REABILITAÇÃO DE BENS IMÓVEIS TOMBADOS

A defesa, preservação e valorização do patrimônio cultural são estabelecidas constitucionalmente, conforme art. 215, § 3º, inciso I da Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB). Nos termos do art. 216 da Magna Carta, o patrimônio

cultural brasileiro é dividido em duas categorias: material e imaterial, referindo-se à identidade, à ação e à memória de diferentes grupos (Brasil, 1988).

Segundo a classificação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) o patrimônio material refere-se a bens culturais que de acordo com sua natureza podem ser registrados em 4 (quatro) livros de tombamento: arqueológico, paisagístico e etnográfico; histórico; belas artes; e artes aplicadas (IPHAN, 2025).

No caso do objeto em estudo, que se trata de um casarão, antiga sede de fazenda do século XVIII, caracterizado no item 2.1 deste estudo, constitui-se em um bem tombado de natureza material e imóvel, segundo classificação do IPHAN (2025).

Nesse contexto, a edificação da Fazenda Serra Negra, estudada nesta pesquisa, trata-se de um bem histórico, o qual se encontra protegida pela Lei Estadual nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, que dispõe sobre a proteção do Patrimônio Cultural do Estado do Piauí, e tombado nos termos do Decreto Estadual nº 12.135, de 15 de março de 2006, nos termos do seu art. 1º:

Fica tombado passando a integrar o Patrimônio, Histórico, Artístico e Paisagístico do estado do Piauí, observadas as disposições da Lei Estadual Nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, o imóvel denominado “**Fazenda Serra Negra**” e **seu entorno**, situado no município de Aroazes, neste Estado, possuindo uma área construída de 438,00 m² e uma área de proteção de 67.315,06 m² (Piauí, 2006, p.02).

Ao tratar da reabilitação de edificações tombadas como patrimônio cultural convém, a princípio, destacar que tais edificações estão protegidas por lei e, portanto, não podem ser modificadas sem autorização dos órgãos competentes.

Destaca-se que, no nível federal, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional é o órgão responsável pela fiscalização e pela coibição dos danos e ameaças ao patrimônio histórico nacional (IPHAN, 2025a). No caso do estado do Piauí, os bens tombados, inclusive os de seu entorno, deverão ser inspecionados permanentemente pelo Departamento do Patrimônio Histórico, Artístico e Natural da Fundação Cultural, nos termos do art. 20 da Lei Estadual nº 4.515/1992 (Piauí, 1992).

Acrescenta-se que antes de realizar qualquer alteração no imóvel histórico ou em seu entorno, os responsáveis deverão comunicar ao departamento estadual supracitado para as devidas autorizações, conforme art. 19 da Lei Estadual nº 4.515/1992 (Piauí, 1992). Nesse sentido, os imóveis tombados representam um desafio para a engenharia diagnóstica no tocante à avaliação dos seus elementos

estruturais (piso, paredes e teto/telhado) e ao uso de técnicas de reabilitação, em face da necessidade de utilização de ensaios não destrutivos e intervenções de menor impacto em todas as fases do processo desde o diagnóstico até a reabilitação. Antes da aplicabilidade de tais técnicas é pré-requisito o diagnóstico das manifestações patológicas presentes nos elementos estruturais da edificação histórica.

O Projeto de Intervenção do Patrimônio Edificado relativo às construções históricas, que inclui bens que integram o patrimônio histórico, artístico e paisagístico de um estado brasileiro deve considerar as normatizações que regulamentam o projeto, observando os conceitos de restauração, manutenção, estabilização e reabilitação, entre outros, como recomenda o IPHAN (2005).

De forma sucinta, os principais tipos de intervenção no patrimônio edificado apresentam finalidades distintas. A manutenção consiste em ações rotineiras e preventivas destinadas a conservar a edificação e evitar o avanço de deteriorações. A estabilização refere-se a medidas emergenciais voltadas a conter danos ativos ou riscos estruturais, garantindo a segurança mínima do imóvel. A restauração, por sua vez, busca recuperar a integridade formal e material do bem, restituindo características históricas relevantes com base documental segura. Já a reabilitação tem como objetivo adaptar a construção a um novo uso ou funcionalidade contemporânea, promovendo atualizações compatíveis sem comprometer seus valores patrimoniais (IPHAN, 2005).

Projetos de reabilitação de imóveis do patrimônio cultural material devem atentar-se para os aspectos legais relativos às intervenções estruturais em bens tombados, devendo ser preservadas as características originais da edificação (Souto e Silva, 2022). No caso da edificação em estudo, as etapas básicas do projeto de execução, em suma, envolvem: pesquisa histórica e documental sobre a fazenda e o casarão (origem, usos, transformações ao longo do tempo); levantamento físico completo do imóvel (plantas, medidas, descrição, fotografias); diagnóstico estrutural e de conservação, incluindo mapeamento de danos, análise de materiais e patologias; projeto de intervenção (básico e executivo) detalhando todas as intervenções propostas (restauração, recuperação, adequações, conservação), com justificativa técnica e preservacionista; e documentação gráfica, fotográfica e relatórios/memoriais explicativos. Se houver mudança de uso ou atualização de instalações, projetos complementares compatíveis (estrutura, hidráulica, elétrica, prevenção de incêndio) (IPHAN, 2005).

Ainda em relação às normatizações aplicáveis ao tema, a pesquisa norteia-se pelos parâmetros técnico-legais da área da engenharia civil no que se refere às edificações. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) / Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 15575/2013: Edificações habitacionais – Desempenho descreve as principais exigências dos usuários, sendo estas divididas em segurança, habitabilidade e sustentabilidade. Destaca-se a avaliação da segurança no uso e operação, a habilidade no que se refere aos fatores funcionalidade e acessibilidade, e a sustentabilidade no tocante à durabilidade e a manutenibilidade.

Convém lembrar que, por ser uma estrutura datada do século XVIII, na sua construção foram utilizados materiais populares dessa época. Com isso, atualmente, não foram localizadas normas específicas para o tipo de material utilizado, como a pedra de arenito. Há normas para outros materiais, por exemplo, a ABNT NBR 6118:2023 que trata do concreto simples, armado e protendido (ABNT, DB Inspeções, 2020a). Diante do diagnóstico da edificação em estudo, o próximo item aborda as técnicas recomendadas para a reabilitação estrutural.

5.2 TÉCNICAS RECOMENDADAS FRENTE AO DIAGNÓSTICO DA EDIFICAÇÃO

As técnicas de reabilitação de imóveis históricos vinculam-se aos resultados obtidos pela engenharia diagnóstica no estudo das condições estruturais da edificação e do seu Mapa de Danos, o qual fornecerá um parâmetro sobre os elementos químicos e materiais a serem empregados no processo de reabilitação estrutural da edificação de acordo com as características originais da construção. Portanto, o estudo das manifestações patológicas nos elementos estruturais é condição precípua para tomada de decisão sobre as técnicas de reabilitação mais viáveis a serem aplicadas, de modo a preservar a edificação em estudo (Teixeira; Silva, 2019; Borba, 2022).

Segundo Souto e Silva (2022) os imóveis históricos devem ter uma atenção especial no seu projeto de reabilitação, pois devem ser preservadas as características originais da edificação. Entre as principais manifestações patológicas, os autores destacam fissuras, rachaduras, umidade e infiltrações, aspectos compatíveis com este estudo. Portanto, esses fatores devem ser observados nas técnicas previstas para reforço e reabilitação dos seus elementos estruturais (piso, paredes e teto/telhado).

Considerando as características do imóvel, o diagnóstico das manifestações patológicas e as causas das não conformidades detectadas no Mapa de Danos da

construção histórica em estudo, referente a um casarão, antiga sede da Fazenda Serra Negra, localizada em Aroazes, no Piauí, conforme exposto no primeiro capítulo desta pesquisa. Considerando ainda os elementos químicos e materiais presentes na edificação e/ou compatíveis com o processo de reabilitação estrutural, estudados no segundo capítulo, estabeleceram-se algumas recomendações para conter o avanço dos danos ao imóvel (Quadro 2).

Quadro 2 – Recomendações para reabilitação e prevenção de colapso

Elemento estrutural	Identificação visual	Manifestações Patológicas	Recomendações para reabilitação estrutural
Piso	Figuras 6 a 8	• Piso com desagregação; • Cimento sobre tijoleiras originais decorrente de ação antrópica; • Tijoleiras parcialmente danificadas por ação do tempo.	Restituição das falhas e ajuste do piso com peças semelhantes as originais.
Paredes	Figuras 9 a 19	• Fissuras; • Trincas inclinadas (recalques); • Trincas verticais e horizontais; • Rachaduras; • Presença de escoras com estrutura de madeira nas paredes.	Retirada do reboco em desagregação e sua reconstituição.
Telhado	Figuras 20 a 23	• Dano estrutural na cobertura de madeira de carnaúba; • Retirada das mísulas por ação antrópica.	Reconstituição das mísulas e das ripas, bem como a substituição das telhas quebradas e das madeiras por material compatível da região.

Fonte: Adaptado pela autora a partir do laudo pericial da DB Inspeções (2020).

Em relação a essas recomendações um fator agravante é o estado de conservação em que se encontra o imóvel, o qual foi classificado em grau crítico. As técnicas de reabilitação estrutural de imóveis históricos devem atender aos parâmetros de qualidade e segurança, sobretudo, dispondo de intervenções menos extensivas e intrusivas, de modo a conservar as características e especificidades das edificações históricas e, conseqüentemente, preservar o patrimônio histórico (Cintra, 2020; Borba, 2022). Entretanto, o diagnóstico realizado no Mapa de Danos do imóvel demonstra que ao longo dos anos o imóvel sofreu sérios abalos estruturais

decorrentes da intensa ação antrópica, com a retirada das mísulas da cobertura, por exemplo, e da própria ação do tempo, intensificada pela falta de manutenção periódica. Essas particularidades tornam o desafio ainda maior para a equipe de reabilitação estrutural no atendimento aos aspectos técnico-legais, uma vez que já existe comprometimento dos aspectos originais do imóvel.

As técnicas a serem aplicadas devem considerar na análise da integridade estrutural os materiais que compõem cada elemento (piso, paredes e teto/telhado). Como exemplo, cita-se estudo de Santos (2020) sobre as propriedades mecânicas da carnaúba, o qual afirma que este material se comporta como uma madeira de boa resistência à compressão e baixa densidade, sendo propício seu uso em telhados. Portanto, a madeira de carnaúba é um material muito comum em prédios históricos do Piauí, sendo que sua resistência possibilita a restauração do material de origem.

Diante do exposto, considerando o estado de conservação da edificação, as análises dos elementos químicos e materiais, e a necessidade do uso de técnicas e ferramentas tecnológicas de reduzido impacto na recuperação estrutural de construções históricas, constatou-se na análise documental, especificamente, aquela referente ao laudo pericial, as seguintes técnicas recomendadas para o projeto de restauro e reabilitação: grampeamento das paredes; a conservação do madeiramento original, com substituições pontuais por madeira da região, reforço com suportes adicionais metálicos e/ou em madeira, além da aplicação de produtos de origem natural destinados à impermeabilização e à conservação da madeira, tais como o óleo de linhaça e a cera de carnaúba, em conformidade com as recomendações do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional; e a recomposição do revestimento argamassado de argila (barro) com materiais compatíveis aos originais, precedida de estudos laboratoriais, como o emprego das técnicas de Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e Análise Termogravimétrica (TGA), além do reforço com tela deployer (GONZAGA, 2006; DB INSPEÇÕES, 2020; FERREIRA, 2020).

No tocante aos produtos naturais utilizados na proteção da madeira, estudos experimentais de Ahmed, Fatima e Hassan (2020), que avaliaram o efeito de óleos naturais contra o ataque de cupins da espécie *Odontotermes obesus*, em três espécies de madeira (*Acacia nilotica*, *Dalbergia sissoo* e *Pinus wallichiana*) comprovaram que óleos vegetais, como os de linhaça, neem, pinhão-mansão e jojoba, apresentam atividade antixilófaga significativa, promovendo redução da perda de massa da madeira e elevada mortalidade de cupins, evidenciando o potencial desses

óleos como preservantes naturais contra organismos xilófagos. Dentre esses, o óleo de linhaça foi o que apresentou melhor desempenho contra os cupins.

O IPHAN recomenda, no manual “Maderia: uso e conservação”, cujo prefácio afirmar ser instrumento que visa sanar lacunas de fontes bibliográficas para aqueles que trabalham em edificações do patrimônio cultural, o uso de produtos naturais, isolados ou associados a solvente e outros aditivos, para preservação da madeira. Assim, o óleo de linhaça é recomendado para a proteção de elementos de madeira em bens culturais por apresentar compatibilidade com materiais tradicionais, bom desempenho na proteção da madeira e por realçar a coloração natural da madeira, conferindo-lhe aparência mais viva, especialmente, quando aquecido e misturado em partes iguais com um fungicida/cupinicida, como destaca o manual. Entretanto, requer reaplicação anual, o que pode aumentar os custos (Gonzaga, 2006).

Outro produto natural recomendado pelo IPHAN para a impermeabilização e proteção da madeira é a cera de carnaúba, a qual oferece elevado desempenho protetivo, conforme o manual supracitado, além de proporcionar brilho na tonalidade fosco-acetinada. Ao atuar como impermeabilizante, o produto de origem natural contribui para mitigar a proliferação de fungos decorrente da umidade na madeira, além de ser de fácil aplicação (Gonzaga, 2006).

Dessa forma, os produtos naturais, como o óleo de linhaça e a cera de carnaúba, além das vantagens citadas, possuem equilibrado custo-benefício em relação a produtos industriais e sintéticos como os vernizes, pois podem ser mais baratos, a depender da quantidade adquirida. A cera de carnaúba é oriunda de uma planta nativa da região Nordeste e, embora necessite de solvente, trata-se de um produto que não exige alta qualificação técnica para aplicação. Portanto, recomenda-se o uso de produtos naturais para a proteção da madeira na edificação em estudo.

Acrescenta-se que a recomendação das técnicas de reabilitação estrutural, além de atender a critérios como o estado de conservação do imóvel, a segurança e a conformidade normativa do projeto, bem como a sustentabilidade econômica e socioambiental, deve também estar em consonância com as orientações do IPHAN.

Portanto, o conhecimento necessário aos projetos de reabilitação não se limita aos aspectos técnico-operacionais. É fundamental que o profissional se mantenha atualizado quanto aos procedimentos normativos e tenha consciência da dimensão histórico-social e humanitária que envolve as intervenções em imóveis tombados como patrimônio cultural. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta considerações

sobre a importância da atuação interdisciplinar na reabilitação estrutural de edificações dessa natureza, conforme se demonstra a seguir.

O quadro abaixo apresentado sintetiza as intervenções técnicas propostas para a reabilitação dos principais componentes construtivos da edificação, contemplando o telhado, a estrutura de madeira, as alvenarias e o piso:

Quadro 3 – Intervenções técnicas propostas no projeto de restauro

Componente	Proposta de reabilitação
Telhas	• Remoção criteriosa das telhas para triagem; • Reaproveitamento das peças íntegras e sua catalogação; • Higienização por jato de água; • Contratação de uma empresa de cerâmica para fabricação de formas para a reprodução de telhas compatíveis com o padrão original; • Reassentamento com fixação nas cumeeiras; • Ancoragem das peças para maior estabilidade em relação às intempéries.
Estrutura de madeira	• Conservação do madeiramento original, com substituições pontuais; • Substituição do madeiramento por madeira da região; • Reforço do madeiramento com a utilização de suportes adicionais, com estrutura metálica e/ou de madeira; • Aplicação de produtos de origem natural destinados à impermeabilização e à conservação da madeira, tais como o óleo de linhaça e a cera de carnaúba, recomendados pelo IPHAN, evitando-se acabamentos filmógenos como os vernizes.
Alvenarias	• Estabilização das paredes com reforço de fita laminada de fibra de carbono; • Recomposição do reboco, conforme o projeto e estudos laboratório da composição da argamassa, para uma reconstituição semelhante à argamassa da época; • Uso de tela de reforço, tela Depolyer, para a melhoria da aderência entre a alvenaria de barro e o revestimento.
Piso	• Inventário e avaliação das peças existentes; • Reaproveitamento dos elementos em bom estado; • Substituição controlada dos componentes danificados; • Execução dos acabamentos conforme o projeto arquitetônico.

Fonte: Adaptado pela autora a partir do projeto executivo de restauro (2020).

Evidencia-se que as intervenções propostas no projeto de restauro da Fazenda Serra Negra, especificamente no que se refere ao casarão, sede da fazenda no período colonial, foram definidas com base no diagnóstico das manifestações patológicas e nos princípios da conservação do patrimônio histórico, priorizando o reaproveitamento dos elementos originais, a compatibilidade de materiais e a adoção de técnicas que assegurem a estabilidade estrutural, a durabilidade e a preservação das características arquitetônicas da edificação.

5.3 ATUAÇÃO INTERDISCIPLINA NA REABILITAÇÃO ESTRUTURAL DO IMÓVEL

Os imóveis tombados, como o objeto em estudo, representam um desafio para a Engenharia Civil no tocante à avaliação dos seus elementos estruturais (piso, paredes e teto/telhado) e ao uso de técnicas de restauro e reabilitação, em face da necessidade de utilização de ensaios não destrutivos e intervenções de menor impacto, uma vez que é preciso preservar os elementos e características originais da edificação, nos termos da legislação vigente (IPHAN, 2024).

Atualmente, a preservação dos bens tombados como patrimônio cultural pelas esferas federal, estadual e municipal é composta por ações mais abrangentes, tendo como aliados a troca de conhecimento técnico-científico e o uso de tecnologias oriundas das inovações do mundo globalizado. As ações de políticas públicas de preservação desse patrimônio visam à valorização, à educação e à manutenção do patrimônio material e imaterial (Caldana Jr., Rolim, Michelin, 2021). Por outro lado, as edificações históricas apresentam desafios para estudos sobre sua estrutura física, no âmbito da engenharia civil, devido a fatores como: escassez de informações sobre sua construção, uso de diversos materiais, acesso restrito, contato e extração de amostras (Cintra, 2020).

A atuação do profissional de engenharia em projetos de reabilitação estrutural de edificações históricas demanda não somente o domínio das técnicas adequadas e compatíveis com os elementos químicos e materiais empregados à época da sua construção, mas também, a compreensão dos conhecimentos construtivos transmitidos pela experiência histórica das comunidades que ao longo dos anos habitaram as propriedades rurais. Entretanto, as dificuldades de atuação residem no risco da perda dos conhecimentos sobre manutenção e reabilitação dessas construções, em face da escassez de informações que norteiam os procedimentos técnico-operacionais aplicáveis a esses tipos de estruturas (Barros, 2020).

Corroborando com Barros (2020), Mesquita (2025) afirma que as construções históricas são desafiadoras para a área da engenharia civil em face da lacuna de informações sobre o sistema de construção, estrutura e materiais utilizados, havendo uma carência informações técnico-científicas no meio acadêmico e profissional. Afirma ainda ser necessária a inclusão de aspectos históricos e socioculturais nos estudos técnico-científicos como meio de compreender o valor do patrimônio cultural e definir os níveis aceitáveis de intervenção em um projeto de edificação histórica.

Nesse contexto, um dos desafios desta pesquisa é justamente a escassez de informações de domínio público sobre a construção histórica, uma vez que, após a elaboração do projeto executivo de restauro, não foram localizados documentos referentes às intervenções realizadas, aos registros sistemáticos de manutenção preventiva ou corretiva, tampouco relatórios de acompanhamento técnico. Observa-se, especialmente nos últimos 5 (cinco) anos, uma significativa lacuna na divulgação dos dados e/ou estudos sobre o monitoramento da edificação pelos órgãos reguladores e de preservação do patrimônio, o que dificulta a compreensão da evolução das manifestações patológicas, a avaliação do desempenho estrutural ao longo do tempo e a tomada de decisões técnicas fundamentadas.

Assim, a existência e a adequada sistematização desses registros são fundamentais não apenas para a análise histórica e diagnóstica da edificação, mas também para a definição de estratégias eficazes de conservação, reabilitação e gestão do bem cultural, reforçando a importância da integração entre os entes responsáveis, bem como da organização, atualização e transparência das informações técnicas relacionadas à preservação do patrimônio histórico.

O documento Carta do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (*International Council on Monuments and Sites*) (ICOMOS), que trata dos princípios para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico, aborda explicitamente a necessidade de uma equipe multidisciplinar para as intervenções em patrimônios construídos. Instituição ligada à Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a atuação multidisciplinar em projetos de conservação, reforço e restauro de construções históricas é um dos princípios gerais do referido documento (ICOMOS, 2003).

A Carta do ICOMOS (2003) ainda ressalta a necessidade de integrar diferentes saberes desde o diagnóstico até a intervenção, haja vista que tais projetos não podem se limitar a uma única área. Assim, deve-se envolver profissionais técnicos, tais como engenheiros, arquitetos e restauradores e especialistas capazes de interpretar os valores culturais, históricos e sociais do bem. O documento ainda destaca que essa equipe deve atuar desde as etapas iniciais, garantindo uma análise completa e contextualizada do edifício, considerando materiais, técnicas construtivas, alterações, patologias e significados.

Ademais, é essencial resguardar os limites de atuação e as competências técnicas de cada profissional nas intervenções em patrimônio histórico, especialmente

entre arquitetos e engenheiros. Embora a atuação integrada e multidisciplinar seja recomendada, cada profissional deve atuar dentro de suas atribuições legalmente definidas.

No Brasil, a Lei nº 5.194/1966 é o marco legal que organiza e garante a competência técnica e a atuação ética dos profissionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia no Brasil. Complementarmente, a Resolução CONFEA nº 1.010, de 22 de agosto de 2005, refere-se à fiscalização do exercício dessas profissões (Brasil, 2005). Posteriormente, foi estabelecida a Lei nº 12.378/2010, que criou o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU), desvinculando os profissionais de arquitetura e urbanismo do sistema Conselho Federal de Engenharia e Agronomia / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CONFEA/CREA), que até então fiscalizava conjuntamente engenheiros, arquitetos e agrônomos.

O CAU regulamenta o exercício da arquitetura e urbanismo e inclui, entre suas áreas de atuação, a preservação e valorização do patrimônio histórico e cultural, englobando atividades relacionadas a edificações, conjuntos urbanos e cidades, bem como práticas de projeto, reabilitação, conservação e restauração (Brasil, 2010).

Nesse novo arranjo institucional, o CONFEA permaneceu responsável pela regulamentação e fiscalização do exercício das engenharias e da agronomia, enquanto o CAU passou a exercer, de forma exclusiva, a normatização, o controle ético e a definição das atribuições profissionais dos arquitetos e urbanistas. Essa separação contribuiu para maior clareza quanto às competências técnicas de cada categoria, especialmente em intervenções em edificações históricas, nas quais se destacam, de um lado, as atribuições da engenharia civil relacionadas à análise estrutural e à segurança das edificações, e, de outro, as atribuições da arquitetura voltadas ao projeto, à preservação do patrimônio cultural e à concepção de soluções compatíveis com os valores históricos e arquitetônicos dos bens protegidos.

Diante do exposto, evidencia-se a necessidade de uma atuação multidisciplinar que se estenda desde a elaboração do projeto, passando pelo diagnóstico das manifestações patológicas, até a definição e a execução de propostas eficazes de reabilitação estrutural do imóvel histórico. O respeito a essas competências assegura responsabilidade técnica, conformidade legal e qualidade nas intervenções, evitando extrapolações de atribuições e fortalecendo a segurança e a integridade das edificações históricas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise do imóvel histórico em estudo se identificou que os principais materiais utilizados na sua construção foram: tijoleiras, pedras da época e pedra de arenito no revestimento do piso; pedra de arenito e revestimento de reboco com material argiloso nas paredes; madeira de carnaúba e telhas rústicas típicas da época na cobertura, estando a edificação em estado crítico de conservação. Portanto, o projeto de restauro e reabilitação da edificação apresenta-se como uma alternativa de emergência para evitar possíveis colapsos, que podem ocorrer devido a anomalias como fissuras, trincas e rachaduras em seus elementos estruturais.

Evidenciou-se como critério para o projeto de reabilitação estrutural do imóvel histórico o estado de conservação da edificação, a relação da edificação com seu ambiente, entorno e paisagem cultural, além da necessidade de utilização de técnicas de baixo impacto à edificação. Constatou-se que a proposta de reabilitação estrutural da construção histórica, campo pouco difundido na engenharia civil, requer o uso de técnicas minimamente intrusivas e ensaios não destrutivos, visando intervenções que causem o mínimo de dano e preservem a integridade dos materiais históricos, da edificação e do seu entorno. A elaboração e execução do projeto de intervenção requer a observância aos aspectos técnicos, jurídico-legais e sociais, por meio de uma atuação interdisciplinar e da conservação baseada em valores.

Com base nos dados levantados, verificou-se a ocorrência de diversas manifestações patológicas relevantes nos elementos estruturais em madeira da edificação histórica, especialmente na cobertura executada em madeira de carnaúba, que apresenta danos estruturais significativos. Observou-se a retirada de mísulas por ação antrópica, bem como a presença de mísulas remanescentes com redução de seção resistente, além da ausência de aproximadamente 15% das mísulas originais, comprometendo o adequado desempenho do sistema de apoio. Ademais, identificou-se um pilar em madeira com rachaduras, configurando manifestação patológica de natureza estrutural no sistema de sustentação do imóvel. A ocorrência de fissuras longitudinais com abertura significativa ao longo do elemento evidencia o comprometimento da integridade do material, possivelmente associado à ação do tempo, às variações higrotérmicas, à ação biológica de insetos xilófagos (cupins) e de fungos, além da ausência de manutenção preventiva sistemática, o que favorece a ação dos agentes biológicos e agrava o estado crítico estrutural da edificação

histórica.

Verificou-se que as principais causas das não conformidades estruturais da construção histórica se referem à ação do tempo decorrente das intempéries naturais (chuvas, vento etc.), agravada pela falta de manutenção e conservação da estrutura física, bem como, pela interferência da ação humana desordenada, fatores que ameaçam os bens do patrimônio histórico-cultural, os quais devem ter seus elementos originários preservados.

Em face dos fatores técnicos e do estado de conservação da edificação em estudo recomendou-se o uso das seguintes técnicas de restauro e reabilitação: nas paredes, o grampeamento; nas madeiras, a conservação do madeiramento original, com substituições pontuais por madeira da região, reforço com suportes adicionais metálicos e/ou em madeira, além da aplicação de produtos de origem natural destinados à impermeabilização e à conservação da madeira, tais como o óleo de linhaça e a cera de carnaúba; e no revestimento argamassado de argila (barro), a recomposição com materiais compatíveis com os originais após estudos laboratoriais com técnicas como Fluorescência de Raios X (FRX), Difração de Raios X (DRX) e Análise Termogravimétrica (TGA), além de reforço com tela deployer.

Ressalta-se que os produtos naturais aplicáveis à madeira das construções históricas apresentam vantagens, como compatibilidade com a madeira original, excelente proteção quando isolados ou associados a solventes e outros aditivos, impermeabilização como fator de prevenção contra agentes biológicos nocivos, como os fungos, e fácil aplicação sem exigir alta qualificação técnica. Além disso, são mais vantajosos em detrimento de produtos industriais e sintéticos como os vernizes, que alteram o aspecto estético da madeira (brilho, cor e textura) e reduzem a permeabilidade da madeira ao vapor d'água.

Diante do exposto, reforça-se que a manutenção de um acompanhamento contínuo e sistemático das edificações históricas, por meio de registros técnicos organizados, atualizados e acessíveis, constitui elemento essencial para a preservação do patrimônio histórico-cultural. O monitoramento permite não apenas compreender a evolução das manifestações patológicas e o comportamento estrutural ao longo do tempo, mas também subsidiar decisões técnicas mais seguras, eficazes e preventivas.

Acrescenta-se, nesse contexto, a relevância da priorização de investimentos financeiros, tanto por parte da iniciativa privada quanto do setor público, para a

concretização de projetos de restauro e reabilitação de imóveis de valor histórico-cultural, considerando que esses espaços detêm significativo potencial turístico, econômico, social e educativo, de modo a contribuir para a sustentabilidade do patrimônio e para sua valorização ao longo do tempo.

Destaca-se, ainda, a importância do aprofundamento acadêmico em pesquisas técnico-científicas dessa natureza, bem como a imprescindibilidade da atuação de profissionais especializados das áreas de Engenharia Civil e afins. Esses estudos e práticas profissionais são fundamentais para garantir intervenções compatíveis com as características construtivas originais, assegurando a preservação de espaços que representam a história, a identidade e a memória viva de toda uma nação.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1: **Edificações habitacionais — Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

Barros, Adilayne Keise Mendes. **Manual de reabilitação de alvenarias tradicionais**. 2020. 112 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Russas, 2020.

Borba, Lucas Feliciano Ferreira. **Análise e levantamento das manifestações patológicas através de mapa de danos, em prédios históricos do estado de Pernambuco, devido à falta de manutenção e recuperação**. 2022. 94 fl. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Mestrado em engenharia Civil, 2022.

Brandão, Carlos Augusto Pires; Miranda, Loussian Barbosa Bacelar. **Demonização e mitificação de Luís Carlos da Serra Negra**. Teresina: Universidade Federal do Piauí, s/d. In: Disponível em: https://www.encontro2012.historiaoral.org.br/resources/anais/3/1340394649_ARQUIVO_DemonizacaoENHO2012UFRJ.pdf. Acesso em: 06 jan.2025.

Brasil. [Constituição (1988)]. **Constituição** da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Supremo Tribunal Federal, Secretaria de Altos Estudos, Pesquisas e Gestão da Informação, 2024. eBook (284 p.). In: Disponível em: <https://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoconstituicao/anexo/cf.pdf>. Acesso em: 12 jan.2025.

Brasil. **Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966**. Dispõe sobre o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 1966. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5194.htm. Acesso em: 28 dez. 2025.

Brasil. **Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 20 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm. Acesso em: 26 dez. 2025.

Brasil. **Lei nº 12.378, de 31 de dezembro de 2010**. Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil – CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal – CAUs; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12378.htm. Acesso em: 28 dez. 2025.

Brasil. Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA). **Resolução nº 1.010, de 22 de agosto de 2005.** Dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos no Sistema CONFEA/CREA, para efeito de fiscalização do exercício profissional. Brasília, 22 ago. 2005. Publicada no Diário Oficial da União — DOU, Seção 1, p. 191-192, 30 ago. 2005.

Brasil. Ministério da Cultura. Instituto do Programa Monumenta. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural** / Elaboração José Hailon Gomide, Patrícia Reis da Silva, Sylvia Maria Nelo Braga. Brasília: Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005, 75 p.

Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 maio 2016, p. 44-46. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view>. Acesso em: 26 dez. 2025.

Caldana Jr., Valter Luís; Rolim, Maria de Souza; Michelin, Guilherme Antonio. Tecnologias para levantamentos e ensaios não destrutivos: ações de cooperação técnica e políticas públicas como perspectivas para a preservação do patrimônio. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. São Carlos, v. 16, n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i3.175163>

Cintra, Danielli Cristina Borelli. Ensaios não destrutivos aplicados em estruturas históricas: estudo de caso do teatro municipal do Rio de Janeiro. **4º Simpósio Científico do ICOMOS Brasil / 1º Simposio Científico ICOMOS-LAC**. Rio de Janeiro – 10 a 13/11/2020.

Coordenação de Registro e Conservação – CRC/SECULT. **Patrimônio Histórico do Piauí: Fazenda Serra Negra: síntese histórica**. Teresina: Coordenação do Patrimônio Cultural do Estado do Piauí. Publicado em 29 jun. 2012. Disponível em: <https://crcfundacpiaui.wordpress.com/2012/06/29/fazenda-serra-negra-sintese-historica/>. Acesso em: 28 dez. 2025.

DB Inspeções. **Laudo técnico 20200703**. Teresina: DB Inspeções, 2020.

_____. **Mapa de Danos**. Teresina: DB Inspeções, 2020a.

Gil, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

_____. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2022.

Gonzaga, Armando Luiz. **Madeira: uso e conservação**. Brasília: IPHAN/Monumenta, 2006, 246 p. (Cadernos Técnicos: 6).

Ferreira, Camila. **Memorial descritivo e justificativo: projeto executivo de restauro da Fazenda Serra Negra**. Teresina: Camila Ferreira Arquitetura e Interiores, 2020.

Gomide, Tito Lívio Ferreira; Fagundes, Jerônimo Cabral Pereira; Gullo, Marco Antônio. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações**. 2. Ed. São Paulo: Editora PINI, 2016.

Hautequestt Filho, Genildo Coelho; Achiamé, Giovana Gonçalves. Diretrizes para representação gráfica de mapa de danos. 6ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. **POLI/UFRJ**, 2018, p.01-10.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Aroazes – Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, [s.d.]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/arozes/panorama>. Acesso em: 01 dez. 2025.

_____. Mapa Municipal de Aroazes – PI. Coleção de Mapas Municipais 2020. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_municipais/colecao_de_mapas_municipais/2020/PI/arozes/2200905_MM.pdf. Acesso em: 07 fev.2026.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). **Patrimônio Material**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/276>. Acesso em: 12 jan.2025.

International Council on Monuments and Sites- ICOMOS. **Carta do ICOMOS**: princípios para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico. Adaptada pela 14.ª Assembleia Geral do ICOMOS, Victoria Falls, Zimbabwe, outubro de 2003. Tradução de Antônio de Borja Araújo. Dez. 2006.

_____. **Fiscalização**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1702/>. Acesso em: 10 set.2025a.

Lopes, Wilza Gomes Reis; Alexandria, Sandra Selma Saraiva de. A sustentabilidade de construções com terra: o uso do adobe no município de Cristino Castro, Piauí, Brasil. In: TERRABRASIL 2006. **Anais do Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil e IV Seminário Arquitetura de Terra em Portugal**, realizado em Ouro Preto de 4 a 8 de novembro de 2006. Ouro Preto, 2006, p. 299-306, 457 f.

Marconi, Maria de Andrade; Lakatos, Eva Maria. **Metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

Menezes, Adna Lúcia Rodrigues de; Cabral, Kleber Cavalcanti; Martinelli, Antônio Eduardo. Caracterização das argamassas de revestimento históricas existentes na Usina Ilha Bela, localizada no município de Ceará Mirim, RN. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 37–57, abr./jun. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/wgJ6GLgVfXkmn9WWrDSW5MK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2025.

Mesquita, Jonatas Felipe Martins; Qualharini, Eduardo Linhares. desafios no retrofit de um edifício tombado: estudo de caso do edifício Rosita Sá – RJ. **Contecc – Congresso Técnico-Científico de Engenharia e Agronomia, 2024**. In: Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/contecc%202024/CIV/DESAFIOS_NO_RETROFIT_DE_UM_EDIF%C3%8DCI

O_TOMBADO_ESTUDO_DE_CASO_DO_EDIF%C3%8DCIO_ROSITA_SA.pdf.
Acesso em: 30 jan.2025.

Mesquita, Ezequiel Fernandes Teixeira. **Engenharia do Patrimônio**. 2. ed. São Paulo: Leud, 2025.

Nogueira, Josué. **Fazenda Serra Negra**: um patrimônio cultural do Piauí. Diário Oficial do Estado nº 210, Teresina-PI, 23 de novembro de 2010. In: Disponível em: http://www.diariooficial.pi.gov.br/diario/201011/DIARIO23_39b5689741.pdf. Acesso em: 31 dez.2024.

Passos, Nicolle Cristine Leite; Britto, Daniel Carvalho de. Estudo de potencial colapso em imóvel histórico do Piauí. In: **Congresso Brasileiro De Patologia Das Construções (CBPAT)**, IV, 2024, Fortaleza-CE. Anais do IV Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. Fortaleza: CBPAT, 2024. Disponível em: DOI: 10.5281/zenodo.12774127. Acesso em: jul. 2024.

Piauí. **Lei Estadual nº 4.515, de 09 de novembro de 1992**. Dispõe sobre a proteção do patrimônio cultural do Estado do Piauí e dá outras providências. Disponível em: https://sapl.al.pi.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/1992/2248/2248_texto_integral.pdf. Acesso em: 30 dez. 2024.

_____. **Decreto Estadual nº 12.135, de 15 de março de 2006**. Diário Oficial do Estado, nº 51, de 16 de março de 2006, Teresina-PI, 2006, p.02. Disponível em: <http://www.diariooficial.pi.gov.br/diario/200603/5b460b05f44719d.pdf>. Acesso em: 30 jan.2025.

Sohail, Ahmed; Rushda, Fátima; Babar, Hassan. **Evaluation of different plant derived oils as wood preservatives against subterranean termite *Odontotermes obesus***. *Maderas: Ciencia y Tecnología*, Concepción, v. 22, n. 1, p. 109–120, 2020.

Souto, Rita de Cássia Rodrigues; Silva, Marcia Yara de Oliveira. **Propostas de soluções para manifestações patológicas no patrimônio histórico Escola Estadual Quintino Bocaiuva no município de Santa Cruz/RN**: um estudo de caso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA. Centro Multidisciplinar de Caraúbas, 2022.

Teixeira, Bruna Correia; Silva, Angelo Just da Costa. Elaboração de mapa de danos de prédio histórico: um estudo de caso em fachadas com revestimento em pintura da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. **Revista Poli/UPE**, 2019. In: Disponível em: <https://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/928/520>. Acesso em: 10 set. 2024.

Thomaz, Ercio **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

Vieira, Matheus Fabricio; Cadore, Analu. Manifestação patológica em reabilitação de edifícios históricos. **Anais da IX Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica e II Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico**

e Inovação, 2018. Disponível em:

https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/2075/1/matheus_fabricio_vieria.pdf. Acesso em: 01 dez.2025.

Villela, Ana Teresa Cirigliano. **Técnicas restropectivas, restauração e patrimônio histórico**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 2017. 208 p.

ANEXO A – DIÁRIO OFICIAL DO ESTADO – DECRETO Nº 12.135/2006:
TOMBAMENTO DA FAZENDA SERRA NEGRA

Quinta-feira, 16 de março de 2006 - Nº 51

PIA
DIÁRIO

LEIS E DECRETOS



DECRETO Nº *12.135*, DE *15* DE *Março* DE 2006

Dispõe sobre o tombamento do imóvel denominado "Fazenda Serra Negra" e seu entorno, situado no município de Aroazes-PI, de propriedade do Grupo Edson Queiroz, e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO PIAUÍ, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos I, V e XIII, do art. 102, da Constituição Estadual, o art. 13, da Lei nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, e considerando proposta da Fundação Cultural do Piauí – FUNDAC, aprovada, por unanimidade, pelo Conselho Estadual de Cultura, na sessão de 27 de dezembro de 2001,

DECRETA:

Art. 1º Fica tombado, passando a integrar o Patrimônio Histórico, Artístico e Paisagístico do Estado do Piauí, observadas que foram as disposições da Lei nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, o imóvel denominado "*Fazenda Serra Negra*" e seu entorno, situado no município de Aroazes, neste Estado, possuindo uma área construída de 438,00 m² e uma área de proteção de 67.315,06 m².

Art. 2º A Fundação Cultural do Piauí – FUNDAC adotará as medidas estabelecidas no art. 14, da Lei nº 4.515, de 09 de novembro de 1992, e demais providências cabíveis.

Art. 3º Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DE KARNAK, em Teresina(PI), *15* de *março* de 2006.


GOVERNADOR DO ESTADO

SECRETÁRIO DE GOVERNO
P. P. 0582