



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
ENGENHARIA CIVIL**

JAMILE ARARUNA DA SILVA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO DO RECALQUE DA FUNDAÇÃO**

JUAZEIRO DO NORTE

2026

JAMILE ARARUNA DA SIVA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO DO RECALQUE DA FUNDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal do
Cariri, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Aerson Moreira Barreto

-

JUAZEIRO DO NORTE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Cariri
Sistema de Bibliotecas

- S586a Silva, Jamile Araruna da.
Análise das manifestações patológicas em uma residência unifamiliar: estudo de caso do recalque da fundação / Jamile Araruna da Silva. – 2026.
55 f. : il. color
- Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, CE, 2026.
- Orientador: Prof. Dr. Aerson Moreira Barreto.
1. Engenharia civil. 2. Patologia das construções - Manifestações patológicas - Fissuras. 3. Engenharia de fundações - Recalque diferencial - Estruturas de suporte. 4. Inspeção predial - ABNT NBR 16747:2020 - Crato (CE). I. Barreto, Aerson Moreira (Orient.). II. Universidade Federal do Cariri. III. Título.
- CDD 624.1513

JAMILE ARARUNA DA SILVA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR: ESTUDO DE CASO DO RECALQUE DA FUNDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Graduação em Engenharia Civil da
Universidade Federal do Cariri, como requisito
parcial à obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Aerson Moreira Barreto (Orientador)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Prof.Dr. João Barbosa de Souza neto
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

Prof. Dr. Erwin Ulises Lopez Palechor
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

JUAZEIRO DO NORTE, 19 DE MAIO DE 2026

Aos meus pais, Fanca e Jussier, que plantaram em terra árdua para que eu colhesse em solo fértil, e ao meu irmão, Jefferson, que faz dos meus frutos uma festa com seus aplausos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, fonte de força e sabedoria, que me sustentou ao longo de toda essa caminhada e me concedeu perseverança nos momentos de dificuldade.

Aos meus pais, Fanca e Jussier, por todo o amor, dedicação e apoio incondicional em cada fase da minha vida. Ao meu irmão, Jefferson, pelo suporte constante e por estar presente em todos os momentos importantes dessa trajetória.

Aos meus familiares, em especial a Ana Livia, que foi meu apoio firme ao longo da caminhada, sempre incentivando e acreditando em mim. À minha avó, Teresinha, por suas orações e por todo o cuidado, que foram fundamentais para que eu seguisse confiante.

Aos meus amigos, que sonharam comigo este momento e foram suporte constante ao longo da caminhada, tornando os desafios mais leves e as conquistas ainda mais significativas.

Aos professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da graduação, que foram fundamentais na construção da minha base como estudante e futura engenheira. Em especial, ao professor e orientador Dr. Aerson Moreira Barreto, por ter me proporcionado o primeiro contato com a monitoria no Laboratório de Materiais de Construção Civil, experiência que despertou em mim um olhar mais atento e crítico para a prática da engenharia. Ao professor Dr. Erwin Ulises Lopez Palechor, pela oportunidade de atuar como bolsista no Projeto Habitar, onde pude vivenciar a engenharia além da teoria, compreendendo seu papel social e seu impacto direto na vida de famílias em situação de vulnerabilidade. E a professora Dr^a. Lilian Medeiros Gondim, por ter sido essencial na ampliação da minha visão sobre a Engenharia Civil, incentivando iniciativas como a criação de uma liga acadêmica com foco em infraestrutura viária, abrindo caminhos que transformaram minha trajetória acadêmica e reforçaram minha convicção sobre o papel que desejo exercer como profissional.

Aos colegas de curso, pela parceria ao longo desses anos. Em especial, a Hygor Paulino, Gilberto Araújo e Ycaro Alencar, pela paciência, companheirismo e por tudo o que fizeram por mim durante essa caminhada. A parceria deles foi essencial.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

“para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isso, e o Santo de Israel o criou.”

ISAÍAS 41:20

RESUMO

As manifestações patológicas em edificações representam um problema recorrente na construção civil, podendo comprometer a segurança, a durabilidade e o desempenho das estruturas, especialmente quando associadas a falhas relacionadas às fundações. Entre essas manifestações, o recalque diferencial destaca-se por induzir deslocamentos não uniformes na estrutura, ocasionando fissuras, deformações e prejuízos funcionais à edificação. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as manifestações patológicas decorrentes do recalque diferencial de fundações em uma residência unifamiliar localizada no município do Crato-CE. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, fundamentada nos procedimentos de inspeção predial sensorial estabelecidos pela ABNT NBR 16747:2020. O levantamento de dados incluiu o histórico da edificação, o mapeamento de fissuras com auxílio de fissurômetro e o registro fotográfico das anomalias identificadas. Os resultados evidenciaram a presença de fissuras inclinadas a 45°, localizadas principalmente em regiões de concentração de tensões, como cantos de portas e janelas, além de desníveis em pisos e destacamento de revestimentos cerâmicos. A análise dos padrões geométricos observados indicou compatibilidade entre as manifestações verificadas e a ocorrência de movimentações diferenciais da estrutura de suporte. Assim, o diagnóstico preciso da origem dos recalques é indispensável para a definição de intervenções adequadas, reforçando a importância da análise técnica criteriosa no âmbito da Patologia das Construções para garantir a segurança e a durabilidade das edificações.

Palavras-chave: Patologia das construções; Recalque diferencial; Inspeção predial; Estudo de caso; Crato-CE.

ABSTRACT

Pathological manifestations in buildings represent a recurrent problem in construction, potentially compromising structural safety, durability, and performance, especially when associated with foundation-related failures. Among these manifestations, differential settlement stands out by inducing non-uniform displacements in the structure, leading to cracks, deformations, and functional damages to the building. In this context, this research aimed to analyze the pathological manifestations resulting from differential foundation settlement in a single-family residence located in the municipality of Crato-CE. The methodology adopted consisted of applied research with a qualitative and quantitative approach, based on the sensory building inspection procedures established by ABNT ABNT NBR 16747:2020. Data collection included the building's history, crack mapping using a crack gauge, and photographic recording of the identified anomalies. The results evidenced the presence of 45-degree inclined cracks, primarily located in stress concentration regions, such as door and window corners, in addition to uneven floors and detachment of ceramic tiles. The analysis of the observed geometric patterns indicated compatibility between the verified manifestations and the occurrence of differential movements in the supporting structure. It is concluded that an accurate diagnosis of the origin of settlements is indispensable for defining appropriate interventions, reinforcing the importance of meticulous technical analysis within the scope of Building Pathology to ensure the safety and durability of buildings.

Keywords: Building pathology; Differential settlement; Building inspection; Case study; Crato-CE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação dos elementos estruturais de uma edificação.....	21
Figura 2 – Exemplos de fundações rasas	22
Figura 3 – Exemplos de fundações profundas.....	23
Figura 4 - Principais modos de deformações: (a) Recalques uniformes, (b) Recalques desuniformes sem distorção e (c) Recalques desuniformes com distorção.....	24
Figura 5 - a) Recalque por consolidações distintas do aterro carregado B) Fundação assentada sobre seção de corte e aterro com fissuras de cisalhamento e tração na alvenaria.....	27
Figura 6 - Recalque diferencial: surgem trincas inclinadas na direção do pilar que sofreu recalque.....	28
Figura 7 - Localização do Crato-CE no mapa.....	29
Figura 8 - Fachada da edificação.....	30
Figura 9 - Croqui da edificação	31
Figura 10 - Mapa de danos.....	36
Figura 11 - Identificação das manifestações patológicas na edificação	37
Figura 12 - Trinca localizada na parte inferior da parede.....	37
Figura 13 - Fissura localizada no piso.....	38
Figura 14 - Fissura localizada no piso.....	38
Figura 15 - Rachadura localizada em parede acima da esquadria	39
Figura 16 - Rachadura localizada em parede acima da esquadria	39
Figura 17 - Deslocamento cerâmico associado à movimentação e desnível	40
Figura 18 - Deslocamento cerâmico associado à movimentação	40
Figura 19 - Fissura localizada em alvenaria.....	41
Figura 20 - Trinca localizada na parte inferior da parede.....	41
Figura 21 - Fissura localizada em parede acima da porta	41
Figura 22 - Fissura localizada em parede ao lado da porta	42
Figura 23 - Rachadura em forro com destacamento do revestimento	42
Figura 24 - Deslocamento cerâmico e desnível.....	47
Figura 25 - Rachadura em alvenaria	47
Figura 26 -Fissura em alvenaria	48
Figura 27 - Desnível devido ao deslocamento vertical.....	48
Figura 28 - Fissura em alvenaria	49

Figura 29 - Rachadura em alvenaria próximo a elemento estrutural.....	49
Figura 30 - Rachadura em alvenaria	50
Figura 31 - Fissura em alvenaria.....	50
Figura 32 - Fissura em alvenaria.....	51
Figura 33 - Desnível devido ao deslocamento vertical.....	51
Figura 34 - Rachadura próximo a esquadria	52
Figura 35 - Fissura em alvenaria.....	52
Figura 36 - Trinca em alvenaria	53
Figura 37 - Desnível devido a deslocamento vertical.....	53
Figura 38 - Desnível devido a deslocamento vertical.....	54
Figura 39 - Fissura em alvenaria.....	54

LISTA DE TABELAS

Quaro 1 - Grau de Risco	20
Quadro 2 - Anamnese de vistoria.....	33
Quadro 3 -Relatório fotográfico da vistoria.....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise das origens patológicas nas edificações brasileiras.	26
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Justificativa	15
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivos gerais	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1. Evolução histórica da Patologia das Construções	17
3.2. Patologia das Construções e Manifestações Patológicas: Definições	18
3.2.1. Patologia das construções	18
3.2.2. Manifestações patológicas	18
3.3. Fundação	21
3.4.1 Conceito de fundação	21
3.4.2 Tipos de fundação.....	21
3.4. Recalque de fundação	23
3.5.1 Tipos de recalques de fundações	24
3.5.3. Causas frequentes do recalque de fundações.....	25
3.5.4. Manifestações típicas associadas ao recalque de fundações	26
4. METODOLOGIA	29
4.1. Caracterização do objeto de estudo	29
4.2. Descrição das Etapas da Pesquisa	31
4.2.1. Etapa I - Levantamento de dados	32
4.2.2. Etapa II – Coleta de dados e registro de anomalias	32
4.2.3. Etapa III – Análise de dados e diagnóstico da patologia.....	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1. Coleta de dados	35
5.2. Resultado das vistorias	35
6. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE	46
APÊNDICE A – ANAMNESE DE VISTORIA	46
APÊNDICE B – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	47

1. INTRODUÇÃO

As edificações estão sujeitas a danos visíveis ou falhas de desempenho que podem comprometer sua durabilidade, segurança e funcionalidade (OLIVEIRA FILHO, 2025). O termo patologia deriva do grego *páthos* (doença) e *lógos* (estudo), significando o estudo das doenças. No campo da saúde, define-se como a disciplina que articula as ciências básicas à prática clínica, dedicada à análise das alterações estruturais e funcionais em células, tecidos e órgãos decorrentes de doenças (KUMAR; ABBAS; FAUSTO, 2005). De forma análoga, na engenharia civil, a Patologia das Construções dedica-se ao estudo das origens, mecanismos, manifestações e consequências dos danos nas edificações, buscando compreender seu comportamento ao longo do tempo e garantir desempenho adequado, segurança e durabilidade (MORAIS; SILVA, 2020).

As manifestações patológicas podem resultar do excesso de cargas, da utilização de materiais inadequados, do desconhecimento das propriedades dos insumos empregados, de falhas ou ausência de projeto, de erros de execução, da deficiência de manutenção ou do envelhecimento natural das construções, além da influência de agentes ambientais (SANTOS et al., 2023). Tais manifestações podem comprometer desde o aspecto estético até a integridade estrutural da edificação, podendo, em situações mais severas, levar à sua inutilização. Elas podem surgir em diferentes etapas do processo construtivo, desde a concepção e execução até o período de uso da edificação (SILVA, 2023).

Entre os fenômenos associados a danos estruturais, destaca-se o recalque de fundações. Velloso e Lopes (2010) definem recalque como o deslocamento vertical sofrido por uma fundação em decorrência da deformação do solo sob a ação das cargas transmitidas pela estrutura, podendo ocorrer de forma uniforme ou diferencial. Quando ocorre de maneira não homogênea, o recalque diferencial pode induzir esforços adicionais na superestrutura, resultando em fissuração, desaprumo e comprometimento do desempenho estrutural. Silva (2008) destaca que esse fenômeno pode provocar fissuras na estrutura, comprometendo tanto sua integridade quanto sua funcionalidade. Prunociati, Garcia e Rodriguez (2017) reforçam que o recalque admissível frequentemente constitui fator limitante no dimensionamento de fundações, influenciando diretamente a segurança e o comportamento global da edificação.

Diante desse contexto, a identificação e interpretação das manifestações patológicas associadas a possíveis movimentações de fundação configuram desafio técnico relevante, especialmente em edificações de pequeno porte nas quais, frequentemente, inexistem registros de investigação geotécnica detalhada.

1.1. Justificativa

As manifestações patológicas decorrentes de recalque diferencial de fundação configuram uma das principais causas de comprometimento estrutural nas edificações. Esse tipo de patologia está diretamente relacionado à falta de investigação adequada do solo, falhas de execução e erros de projeto, o que pode gerar deformações, fissuras e perda de desempenho da estrutura (ORTEGA; MARCO; FLORIAN, 2024).

Casos recentes no cenário nacional e internacional evidenciam a importância de compreender esse tipo de manifestação. Em 2025, um edifício residencial em Fortaleza foi interditado pela Defesa Civil após a constatação de fissuras, desníveis de piso e indícios de afundamento desigual do solo sob a fundação, levando à evacuação dos moradores e à necessidade de ações preventivas estruturais enquanto estudos geotécnicos eram realizados para avaliar os danos potenciais. Situações como essa ilustram que manifestações patológicas não são apenas sinais de dano elas podem indicar risco real à segurança dos ocupantes e estabilidade da construção, reforçando a necessidade de diagnóstico técnico criterioso.

Sampaio (2017) destaca que o recalque diferencial, quando não identificado e tratado de forma preventiva, tende a evoluir com o tempo, agravando danos e aumentando custos de manutenção e reparo. De forma semelhante, Silveira, Souza e Quadreli (2022) apontam que a análise de manifestações patológicas em fundações é essencial para compreender os mecanismos que levam ao deslocamento estrutural e para propor soluções técnicas mais seguras e duráveis.

Dessa forma, estudos de manifestações patológicas e suas consequências na edificação contribuem com o entendimento técnico sobre as manifestações observadas, considerando o tipo de solo encontrado nessa região e as condições construtivas típicas de residências unifamiliares. Quando se caracteriza e interpreta as manifestações patológicas, em estudos específicos ocorre um fornecimento de subsídios práticos e acadêmicos que auxiliam na compreensão dos mecanismos que atuam em edificações similares, destacando a importância da análise criteriosa dentro da área da Patologia das Construções.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

Analisar e caracterizar as manifestações patológicas identificadas em uma residência unifamiliar localizada no município do Crato-CE, investigando sua configuração, padrão e possíveis mecanismos de origem com base em critérios normativos e literatura técnica especializada.

2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Caracterizar a edificação objeto de estudo quanto à tipologia construtiva, sistema estrutural, idade aproximada e condições aparentes dos elementos de fundação;
- b) Realizar inspeção técnica, com registro fotográfico e mapeamento das manifestações patológicas identificadas conforme normatização;
- c) Classificar as manifestações patológicas observadas quanto à tipologia, orientação, localização e padrão geométrico;
- d) Estabelecer interpretação técnica fundamentada acerca da natureza das manifestações patológicas verificadas na edificação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo reúne a base teórica que sustenta a análise desenvolvida neste trabalho, a partir da revisão da literatura técnica e científica relacionada ao tema. São apresentados os principais conceitos de patologia das construções, com ênfase nas fundações, destacando-se as manifestações patológicas mais recorrentes nesses elementos e os fenômenos de recalque, fundamentais para a compreensão do comportamento estrutural e das possíveis falhas associadas.

3.1. Evolução histórica da Patologia das Construções

A trajetória histórica da patologia das construções revela que a disciplina não se iniciou com a busca pela cura, mas sim com a imposição da punição, visto que a preocupação com as falhas construtivas acompanha a engenharia desde as civilizações antigas. Um dos registros mais remotos de responsabilização técnica é o Código de Hamurabi, datado de aproximadamente 1750 a.C., que estabelecia penalidades severas aos construtores cujas edificações apresentassem colapso estrutural (SOUZA; PEREIRA, 2020).

O cenário de transição do conhecimento empírico para o científico consolidou-se a partir do século XVIII com o advento da Revolução Industrial e o desenvolvimento da Mecânica dos Sólidos por teóricos como Euler e Bernoulli (TIMOSHENKO, 1953). Entretanto, a patologia das construções como campo estruturado de conhecimento estabeleceu-se apenas no século XX, em razão do avanço tecnológico dos materiais e do aumento da complexidade das edificações (TAVARES, 2021).

Um marco divisor nessa trajetória foi a contribuição de Cánovas (1982), que sistematizou o estudo das doenças das estruturas de concreto armado e protendido. Cánovas (1992) foi pioneiro ao estabelecer que a patologia não deve ser vista apenas como um defeito isolado, mas como um processo evolutivo que exige o conhecimento profundo da gênese do dano (HELENE, 1992).

No Brasil, a evolução histórica da disciplina está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento normativo e à disseminação dos estudos de Lichtenstein (1985) a partir da década de 1980. Esse período marcou o início da padronização da terminologia patológica, culminando em normas fundamentais como a ABNT NBR 13752 (1996), que estabelece as diretrizes para perícias de engenharia.

A criação do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) permitiu a padronização dos procedimentos de inspeção e a diferenciação técnica entre o erro

de projeto, a falha de execução e a falta de manutenção (IBAPE, 2012). Segundo Silva e Ferreira (2022), a atuação do IBAPE foi fundamental para a redação de normas técnicas que hoje balizam o mercado nacional.

A introdução e disseminação do concreto armado, inicialmente desenvolvido por Joseph Monier no final do século XIX, alterou profundamente os sistemas construtivos e trouxe novos mecanismos de deterioração, especialmente relacionados à fissuração, retração e corrosão das armaduras (VASCONCELOS, 2002).

Atualmente, a contemporaneidade da patologia das construções é marcada pela transição para métodos não destrutivos e pelo monitoramento inteligente (MEHTA; MONTEIRO, 2014). Essa evolução permite a avaliação da integridade estrutural sem comprometer a função do elemento analisado, utilizando tecnologias que oferecem diagnósticos em tempo real e de forma contínua (SOUZA; RIPPER, 1998).

A patologia das construções é entendida não apenas como o estudo do dano, mas como uma ferramenta de retroalimentação do projeto, onde o diagnóstico preciso de falhas em fundações e estruturas, como o recalque, é essencial para garantir a segurança e a durabilidade das edificações contemporâneas, conforme apontado por Lima et al. (2022).

3.2. Patologia das Construções e Manifestações Patológicas: Definições

3.2.1. Patologia das construções

A patologia das construções pode ser entendida como o ramo da engenharia civil responsável por investigar as manifestações patológicas de degradação em elementos construtivos, revestimentos e instalações, analisando suas causas, mecanismos, evolução e impactos funcionais, com objetivo de formular diagnósticos e intervenções preventivas e corretivas (NAPOLITANO; HESS; GLISIC, 2019).

Embora o termo “patologia” seja amplamente utilizado na literatura técnica, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da ABNT NBR 16747 (ABNT, 2020), emprega o termo anomalia para definir a irregularidade que pode comprometer o desempenho da edificação, podendo ser decorrente de falhas de projeto, execução, materiais, uso ou manutenção.

3.2.2. Manifestações patológicas

De acordo com a ABNT NBR 16747 (ABNT, 2020), manifestação patológica pode ser definida como problemas, defeitos, falhas ou anomalias técnicas que se manifestam nos

elementos construtivos, sistemas e subsistemas da edificação, originados por mecanismos de degradação, por meio de fissuras, trincas, rachaduras, infiltrações, umidade por capilaridade, manchas, eflorescências, corrosão de armaduras e deslocamento de revestimentos.

Segundo o IBAPE Nacional – Instituto Nacional de Avaliações e Perícias de Engenharia (2012), a presença de anomalias e falhas em edificações compromete o desempenho previsto, ocasionando a redução de sua vida útil e afetando atributos como segurança, funcionalidade, operacionalidade, acessibilidade e durabilidade, entre outros parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 15575:2021.

Segundo a ABNT NBR16747/2020 é possível classificar as irregularidades em endógenas ou construtivas, exógenas e funcionais:

- a) Endógenas: Provenientes de vícios de projetos, materiais e execuções. Como por exemplo, o dimensionamento insuficiente de armaduras, a ausência de impermeabilização em baldrame ou, no contexto deste estudo, a omissão de uma investigação geotécnica (sondagem) que leva ao subdimensionamento da fundação.
- b) Exógenas: Decorrentes de danos causados por terceiros. A exemplo vibrações excessivas por tráfego de veículos pesados, escavações em terrenos vizinhos que desestabilizam o solo ou vazamentos em redes públicas de águas pluviais que alteram a capacidade de carga do terreno sob a residência.
- c) Funcionais: Provenientes da degradação relacionada ao seu envelhecimento natural. Ou seja, está ligada ao fim da vida útil dos materiais ou ao descumprimento do plano de manutenção predial.

Além disso, a ABNT NBR 16747:2020 define falhas como irregularidades que reduzem o desempenho esperado das construções, relacionadas ao uso, operação ou manutenção. Com base nesse conceito, a norma classifica as falhas de acordo com o momento de ocorrência:

- a) De planejamento: Decorrentes de falhas do plano e programa de manutenção.
- b) De execução: Oriundas dos procedimentos e insumos.
- c) Operacionais: Provenientes dos registros e controles técnicos.
- d) Gerenciais: Devido a desvio de qualidade e custos

Segundo o IBAPE (2012), essas irregularidades podem ser classificadas de acordo com o grau de risco, considerando aspectos relacionados à segurança, evolução do problema e possíveis consequências para a edificação.

Quadro 1 - Grau de Risco

GRAU	GRAVIDADE
MÁXIMO	Risco à vida dos usuários, colapso da edificação, dano ambiental grave
ALTO	Risco de ferimentos aos usuários, avaria não recuperável à edificação, contaminação localizada
MÉDIO	Insalubridade aos usuários, deterioração elevada da edificação, desperdício dos recursos naturais
BAIXO	Incômodo aos usuários, degradação da edificação, uso não racional dos recursos naturais
MÍNIMO	Depreciação imobiliária

Fonte: IBAPE (2012).

Conforme Ortega, Marco e Florian (2024), as fissuras, trincas e rachaduras representam os primeiros sinais de degradação do desempenho construtivo e estrutural, permitindo identificar precocemente falhas de origem executiva, estrutural ou de fundação. Além de afetarem o aspecto estético, quando ocorrem em elementos estruturais, expõem as armaduras às intempéries, comprometendo a durabilidade e segurança da edificação. A análise de sua abertura, profundidade e configuração é essencial para identificar causas e intensidade do problema (SANTOS; CASTRO; SOUZA, 2024).

A classificação das fissuras considera abertura, profundidade, localização, configuração e extensão. Esses parâmetros permitem identificar suas causas e intensidade. A ABNT NBR 15575:2021 estabelece a distinção entre fissuras e trincas de acordo com a espessura da abertura: ocorrências com abertura inferior a 0,6 mm são denominadas fissuras, enquanto aquelas superiores a esse valor são caracterizadas como trincas. O fissurômetro é o instrumento mais utilizado para esse tipo de medição, devido à sua praticidade.

De acordo com Sakai (2017), além da classificação quanto à ativação, as fissuras também podem ser agrupadas em geométricas e mapeadas. As fissuras geométricas, ou isoladas, apresentam direção e comportamento definidos, geralmente associados à sua causa. A partir de sua geometria é possível realizar avaliações preliminares sobre outras manifestações patológicas. Entre os principais exemplos destacam-se:

- a) Verticais: frequentemente relacionadas à retração higrotérmica em locais onde deveriam existir juntas de dilatação;
- b) Horizontais: quando situadas no topo da edificação podem resultar de movimentações térmicas entre laje e platibanda, e quando próximas às bases das alvenarias podem estar associadas à umidade proveniente do solo;
- c) Diagonais: podem indicar a ação de cargas horizontais no plano da parede ou estar

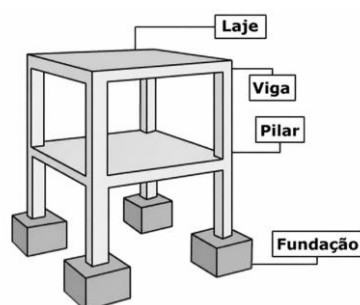
associadas à ocorrência de recalques diferenciais da fundação, decorrentes da movimentação desigual da estrutura. A depender da resistência da argamassa de assentamento, podem acompanhar a geometria da junta ou avançar também sobre os blocos.

3.3. Fundação

3.4.1 Conceito de fundação

Uma edificação em construção civil é composta por diversos elementos estruturais, como lajes, vigas, pilares e fundações (SOUZA et. al., 2018) conforme figura 1. O desempenho das fundações está diretamente relacionado à resistência e à uniformidade do solo, pois falhas na investigação geotécnica ou no dimensionamento podem resultar em recalques diferenciais e patologias nas superestruturas (ARAÚJO JÚNIOR; FERREIRA; GUSMÃO, 2021).

Figura 1 - Representação dos elementos estruturais de uma edificação



Fonte: Fernandes, 2016.

Milititsky, Consoli e Schnaid (2015) consideram as fundações como elementos de transição entre a estrutura e o solo, ressaltando que seu comportamento está diretamente relacionado à resposta do solo ao carregamento transmitido. Dessa forma, uma fundação é considerada segura quando o fator de segurança é compatível com a ruptura e recalque dentro dos limites aceitáveis para o elemento estruturado.

Segundo a ABNT NBR 6122/2022 - Projeto e execução fundações, elas se dividem em dois tipos: fundações rasas ou diretas, e fundações profundas, a escolha do tipo a ser utilizada é conforme transferem as cargas da estrutura para o solo, a qual depende da profundidade da camada de suporte.

3.4.2 Tipos de fundação

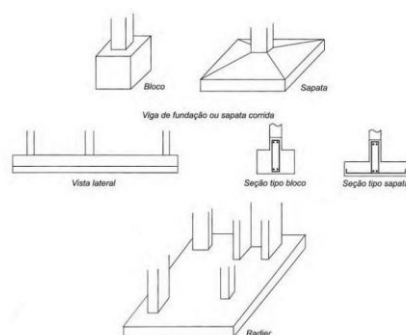
3.4.2.1. Fundações rasas ou diretas

A ABNT ABNT NBR 6122 define fundações rasas como aquelas em que as cargas

da construção são transmitidas ao terreno predominantemente pelas tensões distribuídas na base da fundação, apresentando profundidade inferior ao dobro da menor dimensão em planta.

Velloso e Lopes (2012) destacam que esse tipo de fundação é indicado quando o perfil geotécnico superficial apresenta resistência adequada e relativa homogeneidade, permitindo distribuição segura das tensões provenientes da superestrutura e controle dos recalques dentro de limites admissíveis. Na literatura as fundações rasas mais comuns estão as sapatas isoladas, blocos, radier, sapatas associadas, vigas de fundação e sapatas corridas. (Ortega; Pedreiro,2023).

Figura 2 – Exemplos de fundações rasas



Fonte: VELLOSO & LOPES, 2012.

3.4.2.2. Fundações profundas

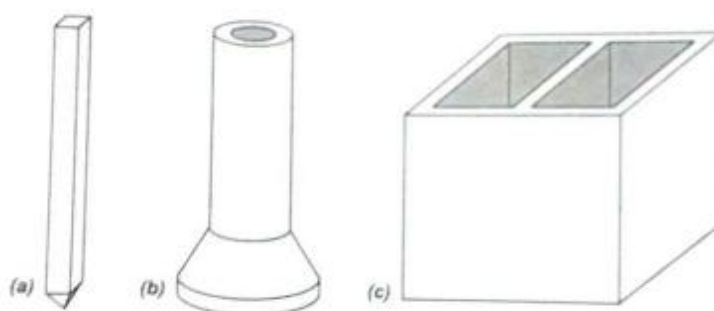
De acordo com a ABNT ABNT NBR 6122, fundações profundas são aquelas que transmitem as cargas ao terreno por meio da base, do atrito lateral ou da combinação de ambos os mecanismos, com profundidade superior ao dobro da menor dimensão em planta e, no mínimo, 3 metros, salvo justificativa técnica em projeto.

As fundações profundas são indicadas em terrenos com menor capacidade de suporte ou em obras de maior porte, nas quais as cargas transmitidas ao solo são mais elevadas (Carvalho et al., 2018). Esse tipo de fundação é utilizado quando as camadas superficiais do solo não apresentam resistência suficiente ou quando os recalques estimados ultrapassam os limites admissíveis para a estrutura, tornando necessário transferir as cargas para camadas mais resistentes localizadas em maiores profundidades. Conforme Velloso e Lopes (2010), a transmissão de carga pode ocorrer por resistência de ponta, por atrito lateral ou pela associação dos dois mecanismos. Pinto (2006) ressalta que solos compressíveis, heterogêneos ou com significativa variação de resistência ao longo do perfil geotécnico frequentemente demandam soluções profundas para assegurar estabilidade e controle de deformações.

As fundações profundas classificam-se, de maneira geral, em estacas, tubulões e

caixões (VELLOSO; LOPES, 2010), sendo sua escolha condicionada às características do solo, ao nível do lençol freático, às cargas atuantes e às condições executivas da obra. Destaca-se, no Brasil, a execução de fundações por escavação manual passou a sofrer severas restrições normativas, contribuindo para a redução da utilização dos tubulões a ar comprimido e caixões.

Figura 3 – Exemplos de fundações profundas



Fonte: VELLOSO & LOPES, 2012.

3.4. Recalque de fundação

O recalque pode ser definido como o deslocamento vertical descendente sofrido por um elemento de fundação em decorrência da deformação ou adensamento do solo submetido às cargas da edificação. Quando esse deslocamento ocorre de maneira desigual entre diferentes pontos da fundação, caracteriza-se o recalque diferencial, capaz de induzir tensões adicionais à estrutura e originar manifestações patológicas, como fissuras e trincas (MILITITSKY; CONSOLI; SCHNAID, 2015).

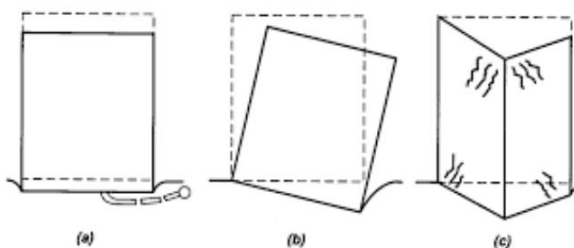
Esse movimento, embora inerente ao comportamento dos solos, pode gerar uma série de manifestações patológicas na edificação. Entre os danos arquitetônicos, destacam-se trincas e fissuras em revestimentos como porcelanatos e mármore, além da ruptura de painéis de vidro. No âmbito funcional, são recorrentes problemas como dificuldade de abertura e travamento de portas e janelas, pisos desnivelados, danos em instalações hidráulicas e desgaste prematuro de sistemas como elevadores. Já os danos estruturais envolvem fissuras em pilares, vigas, lajes e elementos de alvenaria estrutural, podendo comprometer a segurança da edificação e, em situações extremas, levar ao colapso (Bauer, 2011; Franco; Niedermeyer, 2017).

De acordo com Pinto (2006), as deformações do solo podem ocorrer de forma rápida ou lenta, a depender das características geotécnicas do solo. Solos granulares tendem a apresentar recalques imediatos, enquanto solos argilosos estão mais associados ao recalque

por adensamento ao longo do tempo. Quando o solo é submetido a carregamentos que induzem deslocamentos na fundação, ocorre não apenas o adensamento, mas o desenvolvimento de recalques que, conforme sua magnitude e distribuição, podem provocar esforços adicionais na interface solo-estrutura. Dependendo da intensidade desses deslocamentos diferenciais, os danos à superestrutura podem ser significativos, comprometendo sua integridade (REBELLO, 2008).

É importante ressaltar que toda fundação recalca, pois é próprio do solo sofrer variações volumétricas quando submetido à aplicação de cargas. O desempenho adequado de uma fundação não está na ausência de recalques, mas na limitação desses deslocamentos a valores compatíveis com o funcionamento seguro e satisfatório da edificação. Assim, o projeto de fundações deve prever fatores de segurança apropriados e recalques admissíveis que não comprometam a estabilidade, a durabilidade e a funcionalidade da estrutura (MILITITSKY, SCHNAID e CONSOLI, 2015).

Figura 4 - Principais modos de deformações: (a) Recalques uniformes, (b) Recalques desuniformes sem distorção e (c) Recalques desuniformes com distorção



Fonte: Velloso e Lopes (2010)

3.5.1 Tipos de recalques de fundações

De acordo com Caputo (2012), é possível distinguir três tipos de recalques devidos a cargas estáticas: recalque elástico, recalque por escoamento lateral e recalque por adensamento.

a) **Recalque elástico:** Ocorre imediatamente após a aplicação da carga, sendo mais expressivo em solos não coesivos, ou seja, arenosos (REBELLO, 2008). Mesquita (2022) destaca que em solos granulares, o rearranjo das partículas é quase instantâneo, exigindo monitoramento rigoroso já nas primeiras etapas da execução estrutural para evitar danos precoces em alvenarias recém-erguidas.

b) **Recalque por escoamento lateral:** Manifesta-se predominantemente em solos não coesivos e caracteriza-se pelo deslocamento do solo do centro para as laterais, sendo o tipo

menos frequente (REBELLO, 2008). Embora seja o tipo menos frequente em edifícios urbanos, Silveira, Souza e Quadreli (2022) alertam que este fenômeno ganha relevância em solos de baixíssima capacidade de carga (solos moles) ou em situações de sobrecarga excessiva em sapatas próximas a taludes, podendo gerar instabilidades globais na edificação.

c) Recalque por adensamento: Resulta da redução do volume aparente do maciço de solo, ocasionada pelo fechamento dos vazios devido à expulsão da água sob a pressão da fundação. Esse fenômeno ocorre de forma lenta, sobretudo em solos argilosos (CAPUTO, 2012). Souza, Castro e Silva (2024) reforçam que o adensamento pode perdurar por anos após a conclusão da obra, sendo a causa principal de fissuras que surgem tardiamente, exigindo que o diagnóstico patológico considere o histórico de umidade e o lençol freático da região.

3.5.3. Causas frequentes do recalque de fundações

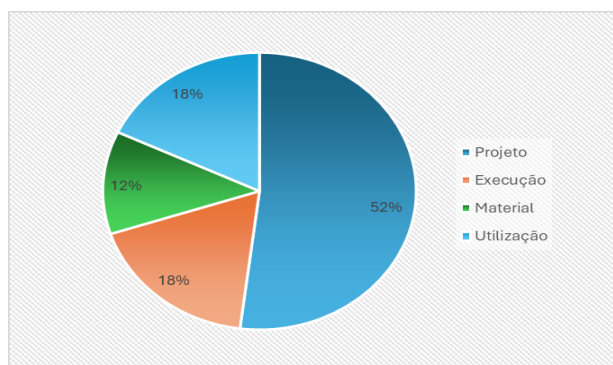
Os efeitos decorrentes dos recalques nas estruturas podem ser classificados em três categorias, conforme apresentado por Velloso e Lopes (2011): danos estruturais, danos arquitetônicos e danos funcionais. Os danos estruturais correspondem às manifestações que afetam diretamente os elementos resistentes da edificação, como pilares, vigas e lajes, comprometendo o desempenho estrutural, a segurança e a vida útil da construção. Já os danos arquitetônicos estão relacionados às alterações estéticas da edificação, manifestando-se, principalmente, por meio de fissuras e trincas em paredes, revestimentos e acabamentos, além da ruptura de elementos decorativos, como painéis de mármore. Por sua vez, os danos funcionais interferem na utilização adequada da edificação, prejudicando seu desempenho e funcionalidade, podendo ocasionar problemas como emperramento de portas e janelas, deformações estruturais, refluxo ou ruptura de sistemas de esgoto e galerias.

De acordo com Helene (2003), as manifestações patológicas geralmente apresentam sintomas externos característicos, a partir dos quais é possível inferir a origem, a natureza dos mecanismos envolvidos e suas possíveis consequências. Dessa forma, por meio de observações visuais criteriosas, torna-se viável a realização de um diagnóstico preliminar das patologias existentes.

No que se refere às fundações, estas estão associadas a algumas das manifestações patológicas mais críticas em uma estrutura, devido à sua influência direta na estabilidade global da edificação. Nesse sentido, Dardengo (2010) apresenta resultados de pesquisas realizadas em edificações brasileiras, analisadas até o ano de 1988, que permitiram identificar as principais causas das patologias construtivas.

Segundo o autor, a maior parcela dos problemas patológicos está relacionada à fase de execução, correspondendo a 52% dos casos investigados. Em seguida, destacam-se as patologias originadas na etapa de projeto e aquelas associadas à utilização de materiais de baixa qualidade, ambas representando 18% dos casos. O Gráfico 1 apresenta esses dados, evidenciando o elevado percentual de manifestações patológicas decorrentes de falhas executivas.

Gráfico 1 - Análise das origens patológicas nas edificações brasileiras.



Fonte: Dardengo (2010)

As patologias em fundações podem possuir origens diversas. Nesse sentido, Milititsky (2008) elenca como principais fatores causadores a ausência ou insuficiência de investigações geotécnicas, a interpretação inadequada dos dados obtidos nas sondagens, a estimativa incorreta dos esforços transmitidos pela estrutura, a adoção inadequada da tensão admissível do solo, a utilização de modelos matemáticos incompatíveis para o dimensionamento das fundações, a deficiência na qualificação da mão de obra e falhas executivas decorrentes de imperícia. Além disso, o autor destaca a influência da baixa qualidade dos materiais empregados e de fatores externos no surgimento dessas manifestações patológicas.

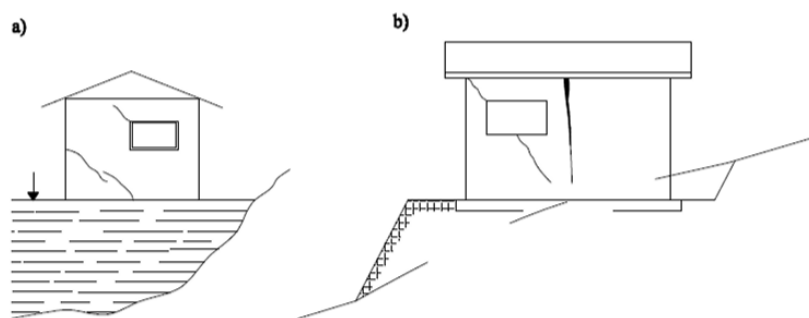
3.5.4. Manifestações típicas associadas ao recalque de fundações

A movimentação diferencial das fundações pode provocar redistribuições significativas de tensões na superestrutura da edificação. Segundo Tutikian e Pacheco (2021), esse fenômeno induz o surgimento de esforços adicionais, principalmente de tração e cisalhamento, que tendem a exceder a capacidade resistente da alvenaria, material que apresenta comportamento frágil diante desse tipo de solicitação. Em regiões onde há descontinuidades, como vãos destinados a portas e janelas, o caminho natural de transmissão

das tensões é interrompido, favorecendo concentrações localizadas de esforços. Como consequência, surgem fissuras inclinadas, frequentemente associadas à superação da resistência mecânica do material.

Nessas circunstâncias, as faixas de alvenaria situadas acima das aberturas passam a desempenhar comportamento semelhante ao de vigas, respondendo aos carregamentos por meio da absorção de tensões de tração ou compressão na região superior e do aumento das solicitações cisalhantes nas extremidades de apoio. Thomaz (2002) destaca que, quando os esforços mais intensos se concentram na porção central desses elementos, tal comportamento pode indicar a existência de recalques mais expressivos nessa área específica da construção.

Figura 5 - a) Recalque por consolidações distintas do aterro carregado B) Fundação assentada sobre seção de corte e aterro com fissuras de cisalhamento e tração na alvenaria



Fonte: Thomaz (2002)

Entre as manifestações patológicas relacionadas aos recalques diferenciais, a fissuração inclinada destaca-se como um dos indícios mais característicos. Em geral, a abertura das fissuras apresenta maior intensidade próxima ao ponto onde ocorre o maior deslocamento vertical da fundação. Em determinadas situações, podem surgir desprendimentos superficiais ao longo do traçado fissurado, condição frequentemente associada à atuação de tensões de cisalhamento mais elevadas (THOMAZ, 2002).

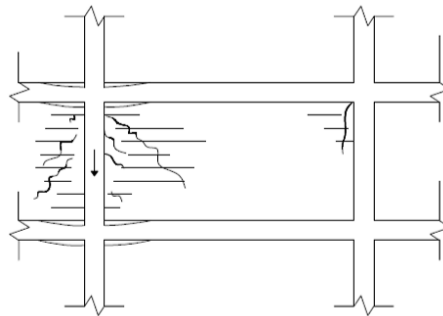
Conforme exposto por Alves (2009), as fissuras figuram entre as anomalias mais recorrentes nas edificações, podendo apresentar diferentes orientações, como vertical, horizontal ou inclinada. Quando associadas ao recalque diferencial, observa-se, de maneira predominante, a formação de fissuras inclinadas, geralmente repetindo uma mesma direção em diferentes trechos da edificação. Esse padrão tende a refletir a deformação imposta pela movimentação desigual da fundação.

Além da fissuração, outras manifestações patológicas podem decorrer de falhas

relacionadas ao desempenho das fundações. A infiltração de água constitui um problema recorrente, sendo capaz de provocar alterações estéticas, degradação progressiva dos materiais e prejuízos às condições de habitabilidade e higiene dos ambientes internos (FERREIRA; LOBÃO, 2018). Também podem ocorrer destacamentos de revestimentos, como argamassas e pisos, frequentemente vinculados à perda de aderência entre materiais, a falhas durante a execução ou ainda às deformações impostas pelos deslocamentos da estrutura.

Nas edificações compostas por sistemas estruturais reticulados, é recorrente que o recalque diferencial origine fissuras inclinadas orientadas em direção ao elemento estrutural, submetido ao maior deslocamento, como pilares, configurando um comportamento típico de tração diagonal nas alvenarias, conforme descrito por Thomaz (2002). Conforme ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Recalque diferencial: surgem trincas inclinadas na direção do pilar que sofreu recalque



Fonte: Thomaz (2002)

4. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se, quanto à natureza, como aplicada, pois objetiva analisar e diagnosticar um problema real observado em uma edificação, contribuindo para a compreensão técnica das manifestações patológicas associadas ao recalque de fundação. Conforme Gil (2022), a pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos voltados à solução de problemas específicos do cotidiano.

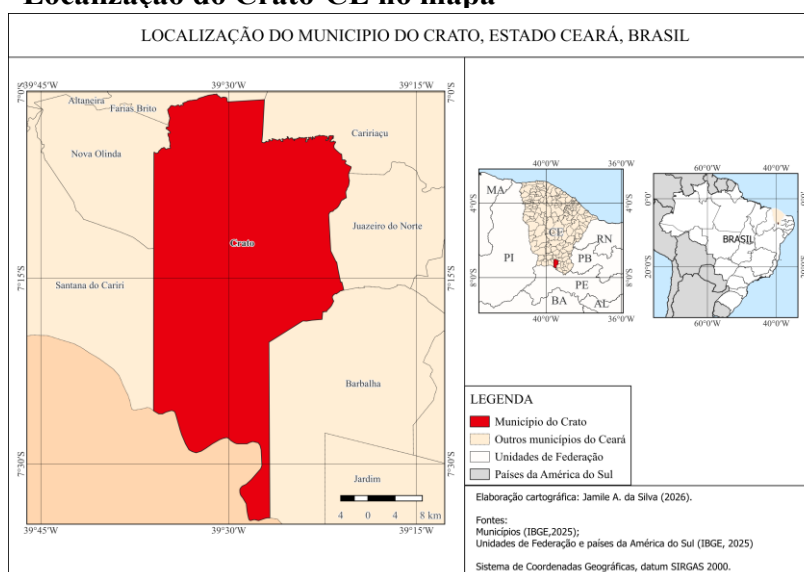
Quanto à abordagem, a pesquisa apresenta caráter qualitativo e quantitativo. É qualitativa ao envolver a inspeção sensorial e a interpretação dos fenômenos biológicos e mecânicos das estruturas, buscando compreender o nexos causal das anomalias (RAUPP; BEUREN, 2012). Adicionalmente, possui caráter quantitativo ao realizar a mensuração de parâmetros físicos, como a abertura e inclinação das fissuras, fundamentais para o diagnóstico diferencial de recalques (Souza, Castro e Silva, 2024).

No que se refere aos objetivos, o trabalho classifica-se como exploratório e descritivo. Segundo Gil (2022), a pesquisa exploratória torna o problema mais explícito, enquanto a descritiva registra e correlaciona os fatos observados na edificação sem neles interferir.

4.1. Caracterização do objeto de estudo

O objeto de estudo consiste em uma edificação residencial unifamiliar, no município de Crato, nas coordenadas geográficas latitude $-7,231696$ e longitude $-39,395298$. Conforme figura 7.

Figura 7 - Localização do Crato-CE no mapa



Fonte: Autora, 2026

A Figura 8 apresenta a fachada da edificação objeto deste estudo, correspondente a uma residência unifamiliar localizada no município do Crato-CE. A observação visual do imóvel permitiu identificar suas características construtivas gerais, incluindo tipologia térrea, sistema de vedação em alvenaria e padrão arquitetônico compatível com habitações unifamiliares urbanas.

Figura 8 - Fachada da edificação



Fonte: Google maps (2026)

Do ponto de vista construtivo, apresenta sistema estrutural em concreto armado, com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. Os elementos de vedação possuem acabamento predominantemente em pintura, sendo observado o uso de revestimento cerâmico nas áreas molhadas, como cozinha, banheiros e área de serviço. O piso é integralmente revestido com material cerâmico, enquanto a cobertura é composta por telhado com telhas cerâmicas aparentes.

Quanto à configuração arquitetônica, ilustrado na figura 9, a edificação é composta por garagem, sala de estar, ambiente integrado de jantar e cozinha, um quarto, um banheiro social e uma suíte com banheiro privativo, além de área de serviço. Observa-se ainda a presença de recuos frontal, lateral e de fundo, conforme padrão usual de implantação em lotes urbanos residenciais.

Ressalta-se que não foram disponibilizados projetos técnicos que permitissem a identificação do tipo de fundação adotado, o que limita a análise detalhada do comportamento estrutural da edificação.

diagnóstico patológico.

4.2.1. Etapa I - Levantamento de dados

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica e normativa de caráter exploratório, cujo objetivo foi estabelecer uma base sólida para a análise das manifestações patológicas e dos mecanismos de recalque. Este procedimento fundamentou-se na consulta a normas técnicas brasileiras vigentes, com especial atenção à ABNT NBR 6122 (ABNT, 2022), que estabelece as diretrizes para projeto e execução de fundações, e à ABNT NBR 15575 (ABNT, 2021), que versa sobre o desempenho de edificações habitacionais e os critérios de vida útil. Para a padronização da terminologia técnica e dos ritos de inspeção, adotou-se a ABNT NBR 16747 (ABNT, 2020) e a ABNT NBR 13752 (ABNT, 2024), garantindo que o diagnóstico pudesse seguir com o rigor exigido.

Complementarmente ao arcabouço normativo, realizou-se um levantamento em bases de dados científicas como o Google Acadêmico, Scielo e Periódicos CAPES. A busca utilizou descritores específicos como "recalque diferencial", "interação solo-estrutura" e "patologia das fundações", selecionando-se estudos de caso e artigos de revisão com relevância acerca do tema discutido.

4.2.2. Etapa II – Coleta de dados e registro de anomalias

A segunda etapa do trabalho consistiu na realização da vistoria in loco, procedimento que seguiu rigorosamente os ritos estabelecidos pelas diretrizes da ABNT ABNT NBR 16747/2020, que trata da inspeção predial, e da ABNT ABNT NBR 13752/2024, que fixa as diretrizes para perícias de engenharia na construção civil.

Durante a inspeção sensorial na edificação, buscou-se observar e registrar detalhadamente a existência de quaisquer defeitos, anomalias ou falhas de manutenção que pudessem comprometer a segurança estrutural e a habitabilidade do imóvel.

Para sistematizar o registro das observações técnicas e minimizar o risco de omissões, utilizou-se um anamnese de vistoria elaborado especificamente para este estudo de caso, conforme Quadro 2, tomando como referência os parâmetros de desempenho e os sistemas construtivos descritos na normativa vigente.

Quadro 2 - Anamnese de vistoria

ANAMNESE DE VISTORIA	
IDENTIFICAÇÃO DA OBRA	
Endereço:	CEP:
Bairro:	Cidade/UF:
Tipologia: () Residencial () Comercial () Industrial () Outros:	
Idade da edificação:	Última reforma:
Material do telhado	
Material de alvenaria	
Material de piso	
CROQUI DA EDIFICAÇÃO	

Fonte: Autora (2026)

O Quadro 2 tem como objetivo reunir informações gerais da edificação, contemplando a identificação da obra por meio de dados de localização, como endereço, CEP, bairro, cidade e unidade federativa (UF). Além disso, são registradas informações referentes à tipologia da edificação, idade do imóvel e data da última reforma. O quadro também descreve os materiais constituintes da edificação, incluindo telhado, alvenaria e piso, sendo complementado, por fim, pelo croqui da edificação. Durante a etapa de registro de campo, realizou-se o levantamento fotográfico e a mensuração das aberturas das fissuras utilizando um fissurômetro graduado. Este instrumento é recomendado pelo IBAPE, ele permite aferir aberturas com precisão milimétrica. A utilização do fissurômetro é fundamental para o diagnóstico patológico, pois permite correlacionar as aberturas encontradas com os limites de durabilidade da ABNT NBR 6118.

4.2.3. Etapa III – Análise de dados e diagnóstico da patologia

A etapa final do procedimento metodológico consistiu na análise técnica dos dados recolhidos. Para a sistematização desses dados, as informações coletadas em campo foram organizadas em uma matriz de diagnóstico, conforme Quadro 3, estruturada em formato de tabela, contendo o registro fotográfico de cada ocorrência, a descrição da não conformidade e o sistema construtivo afetado.

Quadro 3 -Relatório fotográfico da vistoria

FOTO Xº	
[REGISTRO FOTOGRÁFICO]	NÃO CONFORMIDADE
	SISTEMA
	CLASSIFICAÇÃO
	CRITICIDADE

Fonte: Autora (2026)

Na parte esquerda do quadro, é inserido o registro fotográfico da manifestação patológica identificada. Já na parte direita, conforme preconizado pela ABNT NBR 16747 (ABNT, 2020), cada manifestação é devidamente classificada quanto à não conformidade observada, ao sistema construtivo afetado, à sua natureza (endógena, exógena ou falha) e ao respectivo grau de criticidade, podendo ser classificada como mínima, regular ou crítica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Coleta de dados

De acordo com o relato da proprietária do imóvel, as primeiras manifestações patológicas foram percebidas no final do ano de 2019, aproximadamente em novembro, cerca de um ano após a aquisição da residência. Segundo informado, as anomalias surgiram inicialmente na forma de fissuras, apresentando evolução progressiva ao longo do tempo. A proprietária também relatou que o imóvel está localizado em um bairro cuja área passou por processo de aterramento, aspecto que merece atenção do ponto de vista geotécnico, uma vez que aterros executados sem adequada compactação ou controle tecnológico podem apresentar vazios internos, baixa capacidade de suporte e deformações progressivas ao longo do tempo. Nessas condições, o solo tende a sofrer acomodações decorrentes da reorganização das partículas e da expulsão do ar presente nos vazios, favorecendo a ocorrência de recalques diferenciais, especialmente quando a compactação é realizada de maneira heterogênea ou insuficiente.

Em 2020, a construtora realizou uma intervenção com o intuito de sanar as anomalias identificadas; entretanto, as manifestações reapareceram em curto intervalo de tempo, evidenciando que as possíveis causas do problema não foram efetivamente eliminadas, mas apenas mitigadas de forma temporária.

No que se refere à documentação técnica, foi disponibilizado apenas o manual do cliente fornecido pela construtora, o qual apresenta informações gerais sobre uso, operação e manutenção da edificação. Contudo, não foram disponibilizados projetos arquitetônicos, estruturais, de fundação, memoriais descritivos ou demais documentos referentes à execução da obra.

A ausência desses elementos limita significativamente a análise técnica, sobretudo no que diz respeito à identificação do sistema de fundação adotado, à caracterização das condições executivas da obra e à verificação da conformidade entre projeto e execução, conforme orienta a ABNT NBR 13752. Dessa forma, a investigação fundamentou-se predominantemente em inspeção visual, registros fotográficos e medições in loco realizadas com o auxílio de fissurômetro.

5.2. Resultado das vistorias

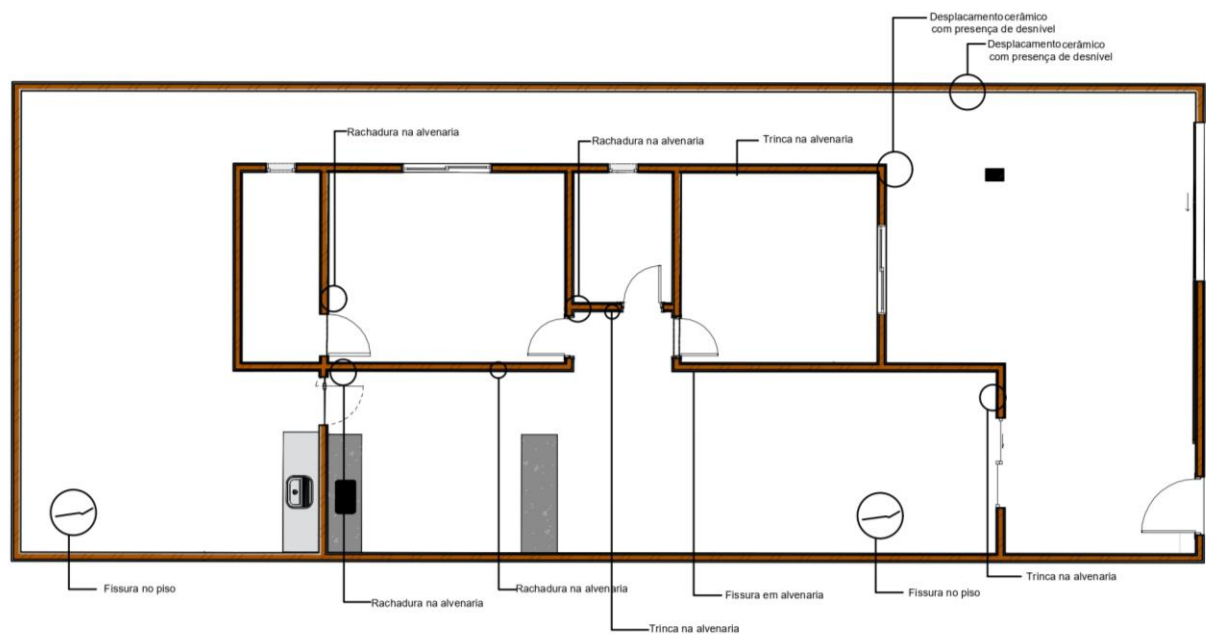
Durante a vistoria técnica, foram identificadas diversas manifestações patológicas distribuídas ao longo da edificação, abrangendo elementos de vedação, pisos e forros. Dentre

as ocorrências observadas, destacam-se fissuras, trincas e rachaduras, deslocamento de revestimentos cerâmicos e indícios de desníveis.

A Figura 10 apresenta o mapa de danos da residência, evidenciando a distribuição espacial das manifestações patológicas identificadas durante a inspeção técnica. Observa-se que as anomalias não se concentram em um único ambiente, mas encontram-se distribuídas em diferentes pontos da edificação, abrangendo fissuras e trincas em alvenarias, rachaduras localizadas, fissuras no piso e deslocamentos cerâmicos associados à presença de desníveis. A dispersão das manifestações ao longo da residência sugere um comportamento compatível com movimentações diferenciais da estrutura, reforçando a hipótese de recalque diferencial da fundação.

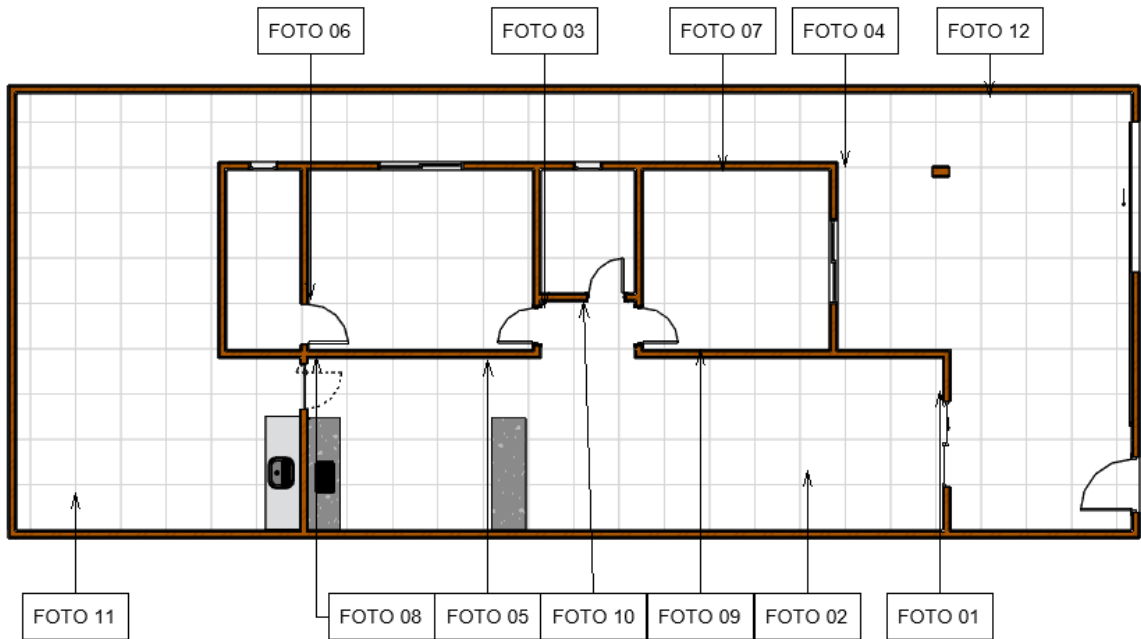
A Figura 11 apresenta a localização dos registros fotográficos realizados durante a vistoria técnica, permitindo correlacionar espacialmente os pontos inspecionados com as manifestações patológicas observadas, contribuindo para uma análise mais detalhada da evolução e distribuição dos danos ao longo da edificação.

Figura 10 - Mapa de danos



Fonte: Autora (2026)


Figura 11 - Identificação das manifestações patológicas na edificação



Fonte: Autora (2026)

Entre as manifestações observadas, verificou-se a predominância de fissuras, trincas e rachaduras em alvenarias, especialmente em regiões próximas às esquadrias de portas, cantos de paredes e encontros entre elementos construtivos. A Figura 12 apresenta trinca localizada na porção inferior de uma parede, caracterizada por abertura reduzida e criticidade leve. Embora a manifestação apresente baixa severidade aparente, sua ocorrência em região inferior da vedação pode indicar movimentações diferenciais entre fundação e alvenaria, sobretudo quando analisada em conjunto com outros danos observados na edificação.


Figura 12 - Trinca localizada na parte inferior da parede

FOTO 01	
	NÃO CONFORMIDADE
	Trinca localizada na parte inferior da parede
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
CRITICIDADE	
Leve	

Fonte: Autora (2026)

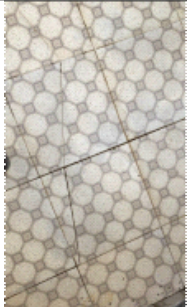
Na Figura 13 e 14, observa-se fissura localizada no revestimento cerâmico do piso, manifestando-se ao longo das juntas e placas cerâmicas. A ocorrência desse tipo de anomalia pode estar associada a deformações da base de assentamento ou movimentações diferenciais do substrato, promovendo tensões incompatíveis com a capacidade de deformação do revestimento

Figura 13 - Fissura localizada no piso

FOTO 02	
	NÃO CONFORMIDADE
	Fissura localizada no piso
	SISTEMA
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Leve	

Fonte: Autora (2026)


Figura 14 - Fissura localizada no piso

FOTO 11	
	NÃO CONFORMIDADE
	Fissura localizada no piso
	SISTEMA
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Leve	

Fonte: Autora (2026)

As manifestações observadas acima das esquadrias merecem destaque em razão de seu padrão geométrico e localização. Conforme apresentado nas Figuras 15 e 16, foram identificadas rachaduras inclinadas em regiões superiores de portas, caracterizadas por aberturas expressivas e classificadas com criticidade grave e severa. Observa-se que as fissuras se desenvolvem em direção diagonal, comportamento frequentemente associado à concentração de tensões em regiões de descontinuidade geométrica.

Figura 15 - Rachadura localizada em parede acima da esquadria

FOTO 03	
	NÃO CONFORMIDADE
	Rachadura localizada em parede acima da esquadria
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Grave	

Fonte: Autora (2026)


Figura 16 - Rachadura localizada em parede acima da esquadria

FOTO 06	
	NÃO CONFORMIDADE
	Rachadura localizada em alvenaria acima de esquadria
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Severa	

Fonte: Autora (2026)


Além das manifestações já descritas, identificou-se destacamento de revestimento cerâmico associado à presença de desnível do piso, conforme ilustrado na Figura 17 e 18. Essa manifestação apresenta elevada relevância diagnóstica, uma vez que recalques diferenciais da estrutura podem ocasionar deslocamentos relativos entre substrato e revestimento, reduzindo a aderência e promovendo o destacamento do material. A presença simultânea de deslocamento e irregularidade geométrica do piso reforça a hipótese de movimentações estruturais relacionadas ao comportamento da fundação.

Figura 17 - Deslocamento cerâmico associado à movimentação e desnível

FOTO 04	
	NÃO CONFORMIDADE
	Deslocamento cerâmico devido a movimentação do solo com presença de desnível
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Severa	

Fonte: Autora (2026)

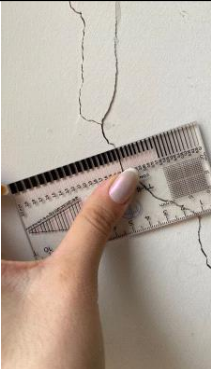
Figura 18 - Deslocamento cerâmico associado à movimentação

FOTO 12	
	NÃO CONFORMIDADE
	Deslocamento cerâmico devido a movimentação do solo com presença de desnível
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Severa	

Fonte: Autora (2026)


Também foram observadas fissuras de menor abertura em alvenaria, classificadas como de criticidade leve a moderada, conforme ilustrado nas Figuras 19, 20, 21 e 22. Embora individualmente apresentem menor severidade, a recorrência dessas manifestações em diferentes pontos da edificação sugere a atuação contínua de esforços de redistribuição de tensões.

Figura 19 - Fissura localizada em alvenaria

FOTO 05	
	NÃO CONFORMIDADE
	Fissura localizada em alvenaria
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Leve	


Fonte: Autora (2026)

Figura 20 - Trinca localizada na parte inferior da parede

FOTO 07	
	NÃO CONFORMIDADE
	Trinca localizada na parte inferior da parede
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Leve	


Fonte: Autora (2026)

Figura 21 - Fissura localizada em parede acima da porta

FOTO 09	
	NÃO CONFORMIDADE
	Fissura localizada em parede acima da porta
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Moderada	

Fonte: Autora (2026)


Figura 22 - Fissura localizada em parede ao lado da porta

FOTO 10	
	NÃO CONFORMIDADE
	Trinca localizada em parede ao lado da porta
	SISTEMA
	Alvenaria
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Leve	

Fonte: Autora (2026)

Por fim, verificou-se fissuração no forro acompanhada de destacamento do revestimento, conforme ilustrado na Figura 23. A manifestação apresenta traçado inclinado e se desenvolve próxima ao encontro entre parede e teto, sugerindo incompatibilidade de movimentação entre elementos construtivos.

Figura 23 - Rachadura em forro com destacamento do revestimento

FOTO 08	
	NÃO CONFORMIDADE
	Rachadura em parede com descolamento do forro e revestimento de parede
	SISTEMA
	Forro
	CLASSIFICAÇÃO
	Endógena
	CRITICIDADE
Moderada	

Fonte: Autora (2026)

Com base nas manifestações patológicas identificadas durante a vistoria, observou-se um conjunto de anomalias distribuídas em diferentes pontos da edificação, com padrões compatíveis aos descritos na literatura para casos de recalque diferencial de fundação. A análise das ocorrências permitiu correlacionar os danos observados com possíveis movimentações da estrutura, subsidiando a interpretação técnica apresentada neste estudo.

6. CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu a análise das manifestações patológicas em uma residência unifamiliar no município do Crato-CE, evidenciando fortes indícios de que os danos observados apresentam compatibilidade técnica com o fenômeno de recalque diferencial de fundação. A investigação demonstrou que a ausência de uma análise geotécnica preliminar adequada, associada à possível heterogeneidade do solo local, pode ter contribuído para o surgimento de tensões de tração e cisalhamento que a superestrutura não foi capaz de absorver sem apresentar danos.

Durante a inspeção técnica, o mapeamento das fissuras revelou um padrão geométrico predominantemente inclinado, com aberturas variando entre fissuras e trincas significativas, concentradas sobretudo em regiões de descontinuidade, como esquadrias de portas e janelas. A medição com fissurômetro mostrou-se fundamental para a classificação do grau de severidade das anomalias, permitindo inferir que, embora a edificação apresente prejuízos funcionais e estéticos, não há indícios de risco iminente de colapso estrutural.

Além disso, o histórico relatado pela proprietária acerca do aterramento da área, aliado às características geotécnicas já observadas na região, permite levantar a hipótese de influência de solo colapsível no comportamento do terreno, não se descartando a possibilidade de recalques associados à acomodação diferencial do subsolo. Contudo, em razão da ausência de investigações geotécnicas complementares e da indisponibilidade dos projetos executivos da edificação, não foi possível estabelecer um diagnóstico conclusivo acerca do mecanismo exato de origem das manifestações.

Dessa forma, recomenda-se a realização de investigações geotécnicas complementares, incluindo sondagens e ensaios específicos de caracterização do solo, com o objetivo de confirmar ou refutar as hipóteses levantadas e subsidiar tecnicamente a definição das medidas corretivas mais adequadas. Caso sejam confirmadas movimentações diferenciais do terreno, poderão ser necessárias intervenções de estabilização ou reforço das fundações, associadas ao tratamento das manifestações patológicas existentes.

Por fim, este estudo de caso reforça a importância imprescindível da engenharia de fundações e da investigação geotécnica em obras de pequeno porte, demonstrando que a supressão de estudos preliminares do subsolo pode resultar em custos elevados de manutenção, recorrência de patologias construtivas e comprometimento do desempenho da edificação ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13752: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16747: Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ALVES, R. S. Análise de manifestações patológicas em edificações. 2009.

ARAÚJO JÚNIOR, A. G.; FERREIRA, L. S.; GUSMÃO, A. D. Patologias em fundações: causas e mecanismos. 2021.

BAUER, L. A. F. Materiais de Construção. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CÁNOVAS, M. F. Patologia e Terapia do Concreto Armado. São Paulo: PINI, 1982.

CAPUTO, H. P. Mecânica dos Solos e suas Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

DARDENGO, L. Análise das origens das manifestações patológicas nas edificações brasileiras. 2010.

FERREIRA, J. C.; LOBÃO, M. S. Manifestações patológicas em sistemas de vedação. 2018.
HELENE, P. R. L. Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. R. L. A evolução do diagnóstico das patologias. 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA (IBAPE). Norma de Inspeção Predial Nacional. São Paulo: IBAPE, 2012.

KUMAR, V.; ABBAS, A. K.; FAUSTO, N. Robbins & Cotran: Patologia - Bases Patológicas das Doenças. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções. São Paulo: USP, 1985.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

MILITITSKY, J. Patologia das Fundações. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

MILITITSKY, J.; SCHNAID, F.; CONSOLI, N. C. Patologia das Fundações. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MORAIS, A. S.; SILVA, F. J. Introdução à patologia das construções. 2020.

ORTEGA, J. R.; MARCO, A. L.; FLORIAN, P. Manifestações patológicas em fundações de edifícios. 2024.

PINTO, C. S. Curso Básico de Mecânica dos Solos. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

PRUNUNCIATI, A.; GARCIA, M.; RODRIGUEZ, R. Recalques admissíveis em fundações. 2017.

REBELLO, Y. C. P. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. 9. ed. São Paulo: Ziguarte, 2008.

SANTOS, L. M. et al. Fatores intervenientes na durabilidade das estruturas. 2023.

SILVA, V. P. Fissuração em alvenarias e estruturas. 2008.

SILVA, A. C. Manual de patologia das construções. 2023.

SOUZA, F. A.; PEREIRA, R. G. Evolução histórica e conceitos fundamentais da patologia das construções: uma revisão de literatura. Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo, v. 7, n. 1, p. 22-35, 2020.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: PINI, 1998.

TAVARES, Y. V. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2021.

THOMAZ, É. Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação. São Paulo: PINI, 2002.

TIMOSHENKO, S. P. History of Strength of Materials. New York: McGraw-Hill, 1953.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações. v. 1 e 2. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, 2010/2012.

APÊNDICE

APÊNDICE A – ANAMNESE DE VISTORIA

ANAMNESE DE VISTORIA	
IDENTIFICAÇÃO DA OBRA	
Endereço: <i>Rua João Botelho, 59</i>	CEP:
Bairro: <i>Santa Luzia</i>	Cidade/UF: <i>Crato - CE</i>
Tipologia: <input checked="" type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Outros:	
Idade da edificação: <i>± 7 anos</i>	Última reforma: <i>maio 12020 (construtora)</i>
Material do telhado	<i>cerâmico</i>
Material de alvenaria	<i>cerâmico com acabamento em pintura e cerâmica no WC</i>
Material de piso	<i>cerâmico em toda edificação</i>
CROQUI DA EDIFICAÇÃO	
<p><i>Compraram final de 2018</i></p> <p><i>Em 2019 apareceu as primeiras fissuras</i></p> <p><i>Em 2020 a construtora fez uma reforma, mas logo voltou a aparecer as fissuras</i></p> <p><i>Em 2025 entraram na justiça</i></p> <p><i>Não possui nenhum projeto bem como não se sabe qual a fundação</i></p> <p><i>Edificação com fissuras no chão, teto, paredes</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>desnível na cozinha e recuo lateral</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>deslocamento cerâmico na garagem</i></p>	

APÊNDICE B – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Figura 24 - Deslocamento cerâmico e desnível



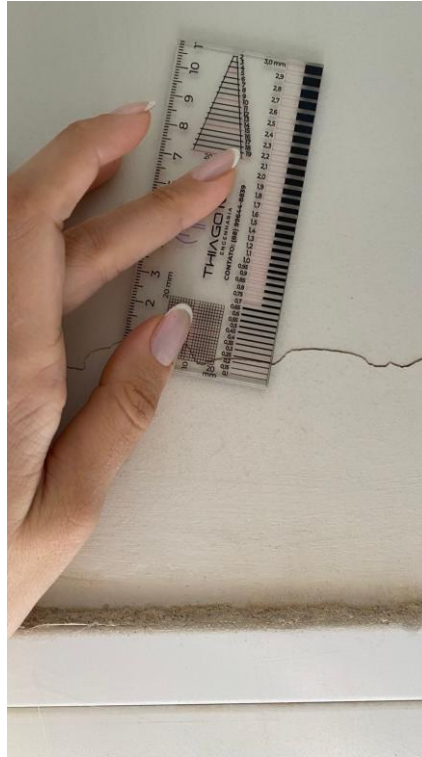
Fonte: Autora (2026)

Figura 25 - Rachadura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

Figura 26 - Fissura em alvenaria



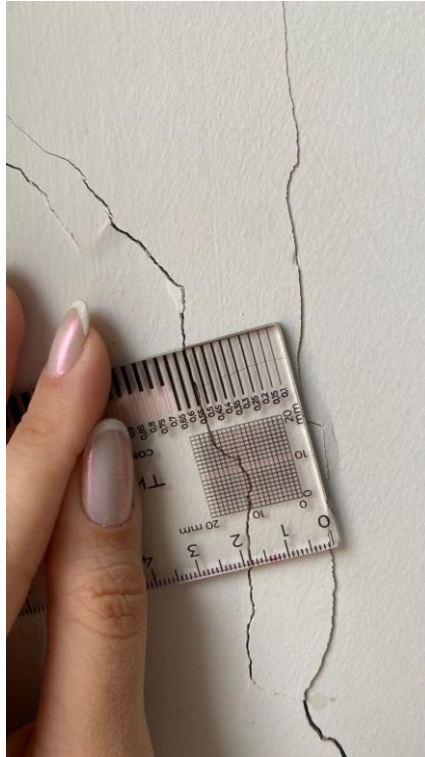
Fonte: Autora (2026)

Figura 27 - Desnível devido ao deslocamento vertical



Fonte: Autora (2026)

Figura 28 - Fissura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

Figura 29 - Rachadura em alvenaria próximo a elemento estrutural



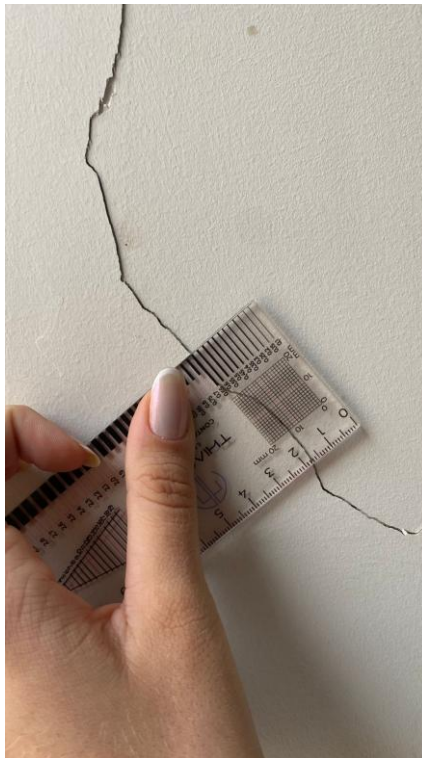
Fonte: Autora (2026)

Figura 30 - Rachadura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

Figura 31 - Fissura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

Figura 32 - Fissura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

Figura 33 - Desnível devido ao deslocamento vertical



Fonte: Autora (2026)

Figura 34 - Rachadura próximo a esquadria



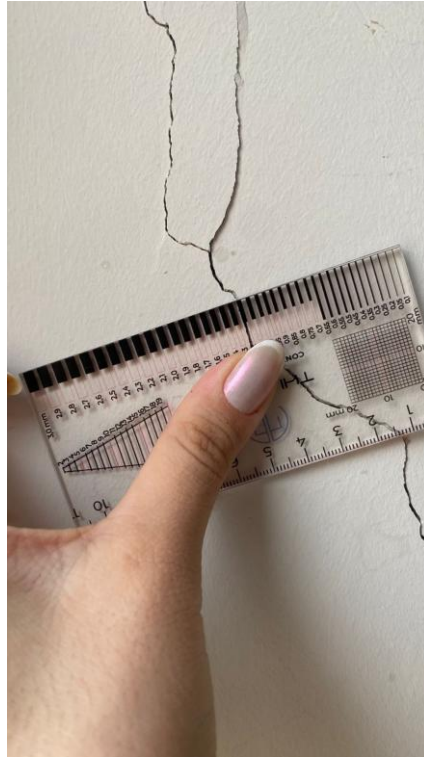
Fonte: Autora (2026)

Figura 35 - Fissura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

Figura 36 - Trinca em alvenaria



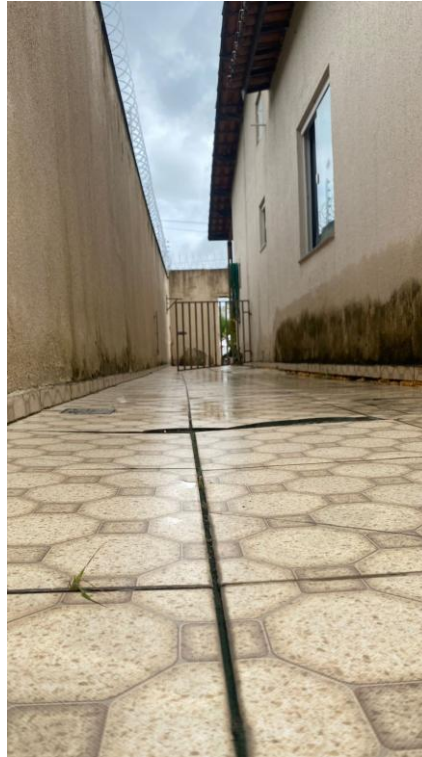
Fonte: Autora (2026)

Figura 37 - Desnível devido a deslocamento vertical



Fonte: Autora (2026)

Figura 38 - Desnível devido a deslocamento vertical



Fonte: Autora (2026)

Figura 39 - Fissura em alvenaria



Fonte: Autora (2026)

ANEXO
DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que este Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia/Tese/Dissertação), escrito sob minha orientação, está em versão final, de acordo com as solicitações realizadas pela banca examinadora.

Informo também que procedi à revisão final do texto, constatando que atende às especificações das normas da ABNT para apresentação de trabalhos acadêmicos da UFCA, no que diz respeito ao conteúdo e à formatação.

Data e local da assinatura eletrônica



Documento assinado digitalmente

AERSON MOREIRA BARRETO

Data: 29/05/2026 16:40:59-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>