



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ANA PAULA EMILY DE SOUZA SILVA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: UM ESTUDO DE CASO DO BLOCO DE
ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

MOSSORÓ – RN
2025

ANA PAULA EMILY DE SOUSA SILVA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: UM ESTUDO DE CASO DO BLOCO DE
ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Rafaely Angélica Fonseca
Bandeira, Profa. Dra.

Co-orientador: Gilmar Guilherme da
Silva, Prof.

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S587m Silva, Ana Paula Emily de Souza.
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: UM ESTUDO DE CASO
DO BLOCO DE ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO SEMI-ÁRIDO / Ana Paula Emily de Souza Silva. -
2025.
65 f. : il.

Orientador: Rafaely Angelica Fonseca Bandeira. Coorientador:
Gilmar Guilherme da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de
Engenharia Civil, 2025.

1. Manifestações patológicas. 2. Patologia das
construções. 3. Manutenção predial. I. Angelica
Fonseca Bandeira, Rafaely, orient. II. Guilherme
da Silva, Gilmar, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em
conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo
autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ANA PAULA EMILY DE SOUSA SILVA

**MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA: UM ESTUDO DE CASO DO BLOCO DE
ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a UFERSA como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheiro Civil

Aprovado em: 15/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Rafaely Angelica Fonseca Bandeira, Prof.^a Dr.^a. (UFERSA)
Presidente

Gilmar Guilherme da Silva, Prof. (UFERSA). (UFERSA)
Membro Examinador

João Paulo Matos Xavier, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui foi um sonho construído com muito esforço, aprendizado e, principalmente, com o apoio de pessoas muito especiais. Este momento é de profunda alegria e gratidão, pois cada conquista ao longo dessa caminhada foi impulsionada pelo amor, pela fé e pela presença daqueles que acreditaram em mim.

Agradeço primeiramente a Deus, por me fortalecer, iluminar meus caminhos e me dar coragem para seguir mesmo diante das dificuldades. Sem Sua presença, nada disso seria possível.

Ao meu companheiro Mayckon Douglas, agradeço pelo amor, paciência e companheirismo em todos os momentos. Obrigada por estar ao meu lado, acreditando em mim e celebrando cada conquista como se fosse sua. Aos meus sogros, agradeço pelo suporte, carinho, apoio, amor e por sempre torcerem pelo meu sucesso.

Aos meus pais, minha eterna gratidão por todo os ensinamentos, pelo amor, dedicação e apoio incondicional. Sempre acreditaram no meu potencial e estiveram ao meu lado em cada passo, torcendo e me incentivando a não desistir. Às minhas irmãs, obrigada pelo carinho, pela amizade e por me motivarem a ser uma pessoa melhor todos os dias.

Agradeço à ALPE Engenharia e à Secretaria de Infraestrutura pela oportunidade e colaboração durante o projeto de extensão e o estágio, que tanto contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus amigos e colegas, que compartilharam comigo risadas, desafios, e momentos de estudo, meu sincero agradecimento. A presença de cada um fez toda a diferença nessa trajetória.

A minha orientadora, Professora Rafaely, agradeço profundamente pelo suporte, apoio e confiança ao longo de 1 ano e 5 meses. Minha gratidão ao meu coorientador, Professor Gilmar, por caminhar comigo durante esse processo, com tanta paciência, dedicação e carinho.

Concluir esta etapa é a prova de que, com amor, fé e determinação, tudo é possível. Que este trabalho representa não apenas um resultado acadêmico, mas também o reflexo de uma jornada repleta de sonhos, aprendizado e pessoas incríveis que caminharam comigo.

Muito obrigada a todos que fizeram parte dessa fase tão importante da minha vida.

RESUMO

O presente trabalho tem como objeto de estudo as manifestações patológicas identificadas no Bloco de Engenharias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado em Mossoró-RN, considerando as condições geotécnicas, e construtivas. A pesquisa é relevante por contribuir para a segurança dos usuários e para a preservação do patrimônio público, assegurando condições adequadas ao desenvolvimento das atividades acadêmicas. A metodologia adotada caracteriza-se como exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de um estudo de caso. Os procedimentos envolveram inspeções visuais, registros fotográficos, análise documental do histórico construtivo, avaliação do solo de fundação e a realização de ensaios não destrutivos, como o uso de esclerômetro e testes de carbonatação, seguindo as normas técnicas vigentes, com destaque para a NBR 15575 (2021). Os resultados evidenciaram a presença de diversas manifestações patológicas, como fissuras, manchas de umidade, deslocamento de revestimentos e indícios de recalque diferencial. Como conclusão, o estudo possibilitou a compreensão das principais causas das patologias observadas, permitindo a proposição de medidas corretivas e preventivas fundamentadas nas boas práticas da engenharia civil. As soluções visam garantir maior durabilidade, segurança estrutural e viabilidade econômica, contribuindo para o aprimoramento da gestão e manutenção predial e servindo como referência para edificações públicas com características semelhantes.

Palavras-chave: Manifestações patológicas, Patologia das construções, Manutenção predial.

ABSTRACT

This study investigates the pathological manifestations identified in the Engineering Buildings of the Federal Rural University of the Semi-Arid Region (UFERSA), located in Mossoró, Rio Grande do Norte, considering the geotechnical and construction conditions. The research is relevant as it contributes to user safety and to the preservation of public assets, ensuring suitable conditions for the development of academic activities. The methodology adopted is exploratory and descriptive, developed through a case study. The procedures included visual inspections, photographic records, documentary analysis of the building's construction history, evaluation of the foundation soil, and non-destructive testing, such as the use of a rebound hammer and carbonation tests, in accordance with current technical standards, with particular emphasis on NBR 15575 (2021). The results revealed the presence of several pathological manifestations, including cracks, moisture stains, detachment of finishes, and signs of differential settlement. In conclusion, the study enabled an understanding of the main causes of the observed pathologies, allowing the proposal of corrective and preventive measures based on good civil engineering practice. The proposed solutions aim to ensure greater durability, structural safety, and economic viability, contributing to improved building management and maintenance and serving as a reference for public buildings with similar characteristics.

Keywords: Pathological manifestations. Building pathology. Building maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A Origem das Patologias.....	15
Figura 2 - Manifestações patológicas por umidade.....	17
Figura 3 - Manifestação patológica por Fissuras em alvenaria.....	18
Figura 4 - Manifestação patológica por deslocamento e deslocamento.....	19
Figura 5 - Manifestação Patológica por recalque.....	20
Figura 6 - Equipamento Esclerômetro.....	21
Figura 7 - Pilar não carbonatado.....	23
Figura 8 - Fluxograma da metodologia.....	26
Figura 9 - Mapeamento de Manifestações patológicas.....	27
Figura 10 - Georreferenciamento do Bloco de Engenharias.....	28
Figura 11 - Equipamentos utilizados para medições.....	29
Figura 12 - Medições dos pilares.....	30
Figura 13 - Alvenaria de vedação - Tijolo cerâmico comum.....	31
Figura 14 - Viga concretada em duas etapas.....	32
Figura 15 - Mapeamento das manifestações patológicas do bloco engenharias.....	33
Figura 16 - Planta de situação campus Oeste.....	34
Figura 17 - Planta baixa pavimento térreo do bloco de engenharias.....	34
Figura 18 - Planta baixa primeiro pavimento do bloco de engenharias.....	35
Figura 19 - Fachada do bloco de engenharias.....	35
Figura 20 - Material utilizado para a realização do ensaio de carbonatação.....	36
Figura 21 - Pilar escolhido para realização do teste de carbonatação.....	37
Figura 22 - Pilar Carbonatado.....	37
Figura 23 - Procedimento de Ensaio de Esclerometria.....	38
Figura 24 - Equipamentos utilizados para realização do ensaio de esclerometria.....	39
Figura 25 - Pilar com armadura exposta.....	40
Figura 26 - Pilar teste 3.....	41
Figura 27 - Dados dos testes 1,3 e 5 do Ensaio de Esclerometria.....	42
Figura 28 - Dados dos testes 2 e 4 do Ensaio de Esclerometria.....	42
Figura 29 - Área pavimento térreo.....	43
Figura 30 - Cálculo da Estimativa de carga.....	44
Figura 31 - Distância entre local de ensaio e o bloco de engenharia.....	45
Figura 32 - Ensaio de percolação do solo.....	46
Figura 33 - Ensaio de sondagem no solo.....	48
Figura 34 - Estimativa de dimensionamento da fundação.....	50
Figura 35 - Dimensões da sapata.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM Building Information Modeling

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR Norma Brasileira

SIN Superintendência de Infraestrutura

VUP Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVO GERAL.....	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1. Patologias em edificações.....	13
3.2 Origem das manifestações patológicas.....	14
3.3 Manifestações patológicas.....	16
3.4 Ensaios não destrutivos aplicados ao diagnóstico.....	20
4. METODOLOGIA.....	25
4.1 Visita técnica ao local: para inspeção visual e documentação das patologias.....	27
4.2 Bloco de Engenharias e suas características.....	28
4.3 Registro fotográfico: mapeamento das manifestações patológicas.....	32
4.4 Entrevistas com técnicos ou responsáveis e análise documental.....	33
4.5 Ensaios realizados.....	35
4.6 Cálculo de Estimativa de Carga da Edificação.....	43
4.7 Ensaio de sondagem do solo.....	44
4.8 Análise e dimensionamento da fundação.....	48
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1 Avaliação da extensão e gravidade dos danos.....	52
5.2 Soluções corretivas e preventivas e plano de monitoramento e manutenção.....	54
5.2.1 Técnicas de Recuperação de Fundações em Casos de Manchas de umidade.....	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXO A - ENSAIO DE PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO.....	62
ANEXO B - TABELAS DE RESULTADOS DO ENSAIO DE SONDAÇÃO A PERCUSSÃO (SPT).....	63
ANEXO C - PLANTA BAIXA DO BLOCO DE ENGENHARIAS.....	64

1. INTRODUÇÃO

A conservação e a manutenção das edificações públicas representam um dos principais desafios da engenharia civil contemporânea, especialmente em instituições de ensino superior, onde a infraestrutura exerce papel fundamental no desenvolvimento de atividades acadêmicas, científicas e administrativas. A falta de manutenção adequada e o envelhecimento das estruturas favorecem o surgimento de manifestações patológicas que podem comprometer o desempenho, a segurança e a durabilidade das edificações.

Diversos estudos na área da patologia das construções apontam que edificações públicas, em especial as universitárias, estão mais suscetíveis à degradação devido ao uso intenso, à exposição prolongada às ações ambientais e à ausência de programas sistemáticos de manutenção preventiva. Nessas estruturas, patologias como fissuras, manchas de umidade, deslocamento de revestimentos e recalques diferenciais são frequentemente associadas a falhas construtivas, características geotécnicas do solo e às condições climáticas locais.

Nesse contexto, o presente estudo delimita-se à análise das manifestações patológicas observadas no Bloco de Engenharias de uma Universidade Federal, situado na região semiárida do Nordeste brasileiro. As condições climáticas típicas dessa região, aliadas às particularidades geotécnicas e construtivas, podem influenciar significativamente o comportamento das fundações e da estrutura, favorecendo o surgimento de anomalias que comprometem tanto a estética quanto o desempenho global da edificação.

De acordo com a Norma Brasileira de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2021) item 3.4, a durabilidade de uma edificação está relacionada à sua capacidade de manter, ao longo da vida útil prevista em projeto, níveis adequados de segurança, estabilidade e conforto, desde que observadas as condições corretas de uso e manutenção. Assim, a compreensão das causas e dos mecanismos de degradação torna-se essencial para subsidiar intervenções técnicas eficazes e economicamente viáveis.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é analisar as manifestações patológicas presentes no Bloco de Engenharias de uma Universidade Federal, identificando suas possíveis causas e impactos, bem como propor medidas corretivas e preventivas fundamentadas nas boas práticas da engenharia civil, visando à melhoria do desempenho, da durabilidade e da segurança da edificação.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar as manifestações patológicas identificadas no Bloco de Engenharias, com ênfase nas fissuras, trincas, manchas de umidade e indícios de recalque diferencial, visando identificar suas possíveis causas, avaliar os impactos na segurança, durabilidade e desempenho da edificação, e propor soluções técnicas corretivas e preventivas fundamentadas nos princípios da patologia das construções e nas boas práticas da engenharia civil.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o histórico construtivo da edificação.
- Identificar as manifestações patológicas presentes na edificação.
- Elaborar propostas de intervenções corretivas e preventivas, fundamentadas na literatura técnica, nas boas práticas da engenharia civil e nas condições específicas da edificação, visando mitigar os danos existentes.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Patologias em edificações

A patologia na construção civil pode ser definida como a área responsável por analisar os componentes de um projeto de construção que por algum motivo passam a ter um desempenho não satisfatório. Abordando os possíveis defeitos mediante “sintomas” ou manifestações patológicas, suas origens, causas, mecanismos de ocorrência e consequências (CREMONINI, 1988).

As manifestações patológicas em edificações podem ser entendidas como anomalias que nos mostram que algo não está de acordo com o desempenho esperado da construção. Essas ocorrências podem surgir de forma precoce ou ao longo do tempo, resultando em consequências que variam de simples danos estéticos até comprometimentos estruturais significativos (SOUZA; RIPPER, 1998).

Diversos fatores estão associados ao surgimento dessas patologias, entre eles a escolha inadequada de técnicas executivas, uso de materiais de baixa qualidade, falhas de projeto e falhas construtivas, que comprometem diretamente o desempenho e a durabilidade da edificação (HELENE, 2002). Para que uma construção atinja uma performance satisfatória, é importante que as técnicas e os materiais empregados sejam não apenas adequados, mas também aplicados de maneira correta e compatível com as exigências do projeto (THOMAZ, 1989).

A execução de uma edificação envolve uma série de etapas, cada uma regida por procedimentos técnicos e normas específicas que orientam desde a concepção até a finalização da obra. Segundo Neville (2016), o desempenho e a durabilidade de uma estrutura dependem diretamente da qualidade com que cada uma dessas etapas é conduzida. Lajes, vigas, pilares, fundações, alvenarias, revestimentos e demais sistemas construtivos possuem métodos específicos de execução, e qualquer desvio dessas orientações pode comprometer tanto o desempenho quanto a vida útil da edificação.

Assim como ocorre nos pilares, todas as partes da edificação exigem atenção minuciosa durante o processo construtivo, pois falhas mesmo que simples podem evoluir para manifestações patológicas capazes de afetar a segurança, o conforto e a durabilidade da construção, como destacado por Helene (2002) ao enfatizar que grande parte das patologias decorre de falhas executivas. Nas fundações, por exemplo, erros de

dimensionamento, locação ou execução podem resultar em recalques diferenciais, trincas e perda de estabilidade, Thomaz (2012), ressalta que pequenas falhas podem gerar problemas estruturais severos. Em vigas e lajes, falhas no posicionamento das armaduras, no adensamento e na cura do concreto favorecem a formação de fissuras, deslocamentos, corrosão das barras e perda de resistência, conforme Mehta e Monteiro (2014) explicam ao relacionar a qualidade da execução com o desempenho estrutural.

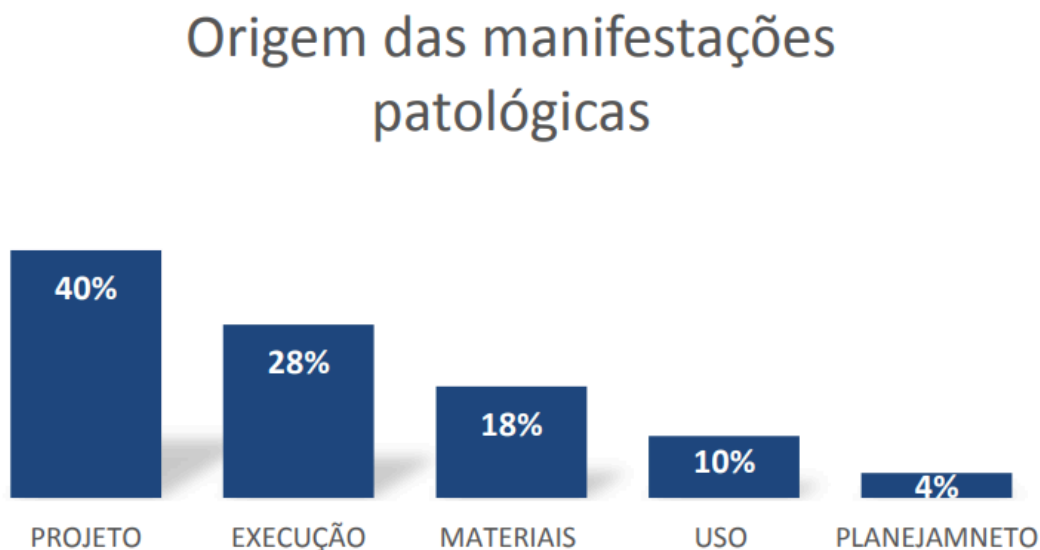
A alvenaria também depende de técnicas adequadas: ausência de amarração, uso incorreto de argamassa ou cura insuficiente geram descontinuidades, destacamentos e problemas de estanqueidade. Já nos revestimentos, tanto internos quanto externos, a execução inadequada pode provocar infiltrações, bolores, estufamentos e perda de aderência, o que reforça a importância do cumprimento das orientações normativas previstas pela ABNT (2013; 2014).

Além disso, instalações elétricas e hidrossanitárias precisam seguir rigorosos controles para evitar curtos-circuitos, vazamentos, rupturas e contaminações. Carmo e Chust (2017) destacam que a integração entre equipes e o atendimento às normas são fundamentais para evitar interferências entre sistemas e retrabalhos, elementos frequentemente associados ao surgimento de patologias.

3.2 Origem das manifestações patológicas

Rocha Neto e Bessa (2019) analisam que a origem das manifestações patológicas, está distribuída nas seguintes porcentagens (Figura 1): 4% devido ao planejamento, 10% pelo uso, 18% aos materiais utilizados, 28% pela execução, 40% pelo projeto, se tratando de causa das anomalias em edificações.

Figura 1 - A Origem das Patologias



Fonte: Patologia das Construções (2011)

A parcela de 40% atribuída à etapa de projeto evidencia que grande parte das patologias poderia ser evitada por meio de projetos mais completos, compatibilizados e detalhados. Erros de dimensionamento estrutural, falta de informações sobre juntas de dilatação, especificações inadequadas de materiais e incompatibilidades entre os projetos arquitetônico, estrutural e de instalações são falhas recorrentes que geram problemas consideráveis durante a execução e ao longo da vida útil da edificação (MIRANDA; HELENE, 2005). Dessa forma, o projeto deve ser considerado uma fase crítica do processo construtivo, exigindo profissionais qualificados, uso de ferramentas de compatibilização como BIM e revisões técnicas rigorosas antes do início da obra.

Os 28% de falhas atribuídas à execução estão diretamente relacionados à mão de obra, e ao descumprimento das boas práticas construtivas. Problemas como adensamento inadequado do concreto, cura insuficiente, cobrimento irregular das armaduras, nivelamento incorreto e ausência de controle de qualidade são fatores que reduzem a durabilidade e afetam o desempenho estrutural (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Os materiais são responsáveis por 18% das causas das manifestações patológicas, e essa porcentagem exerce influência significativa, especialmente quando há utilização de produtos de baixa qualidade, armazenamento inadequado ou incompatibilidades entre diferentes materiais. Como exemplo, o uso de agregados reativos pode desencadear a reação álcali-agregado (RAA), enquanto concretos com elevada relação água/cimento reduzem a resistência mecânica e tornam o material mais suscetível à ação de agentes agressivos (NEVILLE, 2016). Esses fatores aceleram fenômenos de deterioração e comprometem o desempenho total da estrutura.

A etapa de uso, correspondente a 10%, envolve patologias que surgem durante a vida útil da edificação devido à falta de manutenção preventiva, sobrecarga indevida ou uso inadequado dos ambientes. Infiltrações, pinturas degradadas e ausência de limpeza de calhas e rufos são exemplos de descuidos que, com o passar do tempo, intensificam a deterioração de elementos estruturais e não estruturais (THOMAZ, 1989).

Os 4% referente ao planejamento mostram que, embora essa fase represente a menor parcela das causas das patologias, a mesma é fundamental para garantir a eficiência das etapas em seguida. Planejamento inadequado do cronograma, logística deficiente no canteiro e decisões precipitadas quanto à sequência executiva podem provocar atrasos, retrabalhos e comprometer a qualidade final da construção (MATTOS, 2010).

De maneira geral, observa-se que as principais causas das patologias não estão diretamente ligadas aos materiais, mas sim a falhas humanas, especialmente nas etapas de projeto e execução, que somadas formam 68% das origens das manifestações patológicas. Isso reforça a importância da integração entre planejamento, projeto, execução e manutenção, bem como da adoção de práticas de controle de qualidade, capacitação profissional e gestão eficiente ao longo de todo o ciclo de vida da edificação.

3.3 Manifestações patológicas

A patologia das construções é o ramo da engenharia civil responsável pelo estudo das falhas, anomalias e processos de degradação que afetam as edificações, abrangendo a identificação de suas causas, mecanismos de ocorrência, consequências e métodos de correção. De acordo com autores consagrados na área, esse campo do conhecimento busca compreender o comportamento dos sistemas construtivos ao longo do tempo e as razões que levam à perda de desempenho das estruturas (HELENE, 1992; THOMAZ, 1989).

Nesse contexto, as manifestações patológicas correspondem aos sintomas visíveis dessas falhas, expressando-se por sinais como fissuras, trincas, manchas de umidade, deslocamentos de revestimentos e outros danos aparentes.

As manifestações patológicas podem apresentar diferentes origens e níveis de gravidade, destacando-se aquelas relacionadas à umidade, que figuram entre as mais recorrentes nas edificações. Esses danos decorrem, principalmente, da penetração de água nos elementos construtivos, resultando na formação de manchas. A infiltração contínua pode contribuir para o surgimento de manchas (Figura 2a) e para a degradação superficial dos revestimentos, ocasionando pulverulência (Figura 2b) ou a formação de

bolor em áreas com pouca incidência solar (SOTANA et al., 2012).

Tais manifestações patológicas podem acarretar riscos à saúde dos usuários, desconforto ambiental, prejuízos materiais e danos a equipamentos, além de apresentarem, em muitos casos, soluções de difícil execução (CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2018).

Figura 2 - Manifestações patológicas por umidade



Fonte: Autoria Própria (2025).

As fissuras, trincas e rachaduras (Figura 3) constituem um dos tipos mais recorrentes de manifestações patológicas observadas em edificações, sendo superadas apenas pelos problemas relacionados à umidade. Essas aberturas podem surgir em função da movimentação natural dos materiais, variações térmicas, retração higroscópica, vibrações e outras solicitações externas atuantes ao longo da vida útil da edificação.

De acordo com a literatura técnica, essas manifestações apresentam uma ordem evolutiva, na qual a fissura representa o estágio inicial, podendo evoluir para trinca e, em situações mais severas, para rachadura, conforme o aumento da abertura e da profundidade (THOMAZ, 1989; CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2018). Dessa forma, toda rachadura se inicia como uma fissura, o que torna essencial o monitoramento contínuo dessas aberturas, a fim de avaliar sua evolução, gravidade e possível origem

estrutural.

Segundo a classificação proposta por Thomaz (1989) e adotada por Civilização Engenharia (2018), as aberturas podem ser definidas da seguinte forma:

- Fissuras: aberturas estreitas e superficiais, geralmente associadas a movimentações naturais dos materiais, apresentando, em sua maioria, menor gravidade estrutural.
- Trincas: aberturas mais profundas e acentuadas, com separação perceptível entre as partes, podendo indicar comprometimento mais significativo do desempenho da edificação.
- Rachaduras: aberturas de maior largura e profundidade, caracterizadas por elevado grau de severidade, frequentemente associadas a problemas estruturais ou de fundação.

Figura 3 - Manifestação patológica por Fissuras em alvenaria



Fonte: Autoria Própria (2025).

Outro tipo de manifestação patológica é o deslocamento e destacamento de revestimentos, (Figura 4 a). Essa anomalia ocorre principalmente devido a perda de aderência entre as placas cerâmicas e a argamassa colante ou o emboço, ou seja, quando as tensões atuantes, aumentam fazendo com que diminua a capacidade de aderência

entre as camadas, por meio de estufamento do revestimento e ao som “oco” quando há algum impacto na superfície (Figura 4b) (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2004).

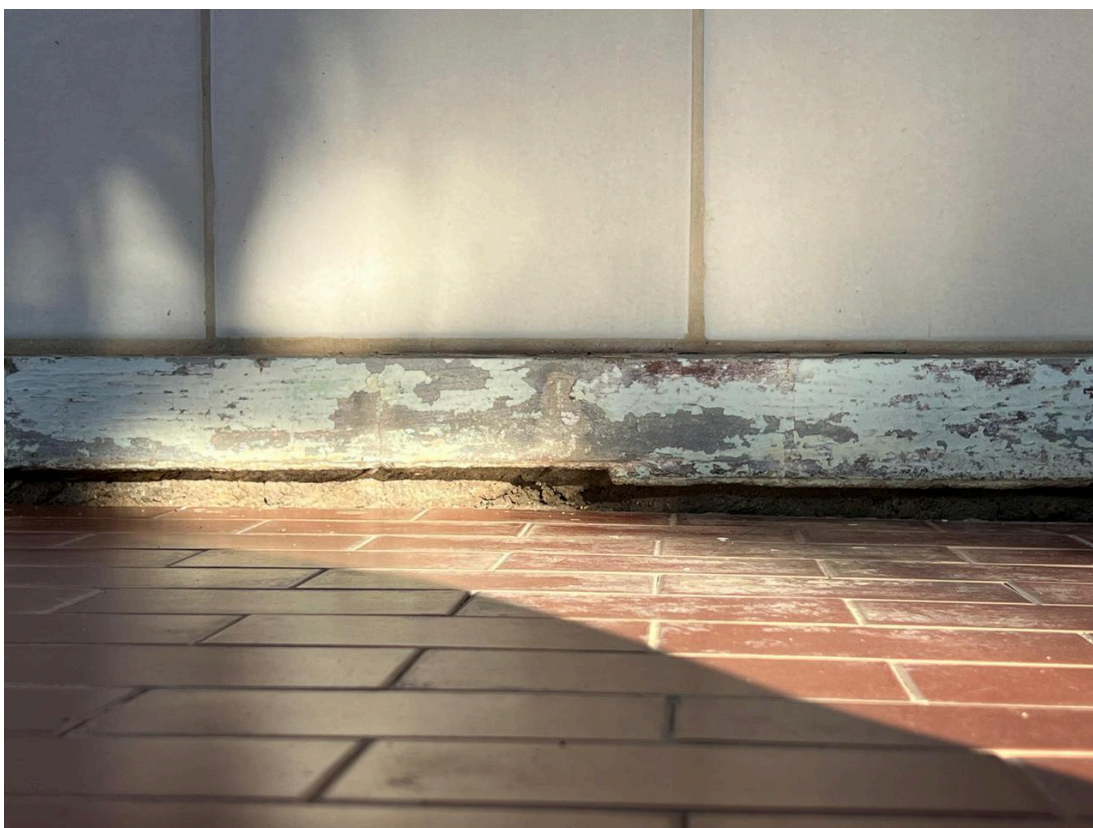
Figura 4 - Manifestação patológica por deslocamento e deslocamento



Fonte: Autoria Própria. (2025).

Por fim, o recalque estrutural (Figura 5) corresponde ao rebaixamento de uma edificação em função do adensamento do solo sob sua fundação. Trata-se de uma das principais causas de trincas, fissuras e deformações estruturais, especialmente quando ocorre recalque diferencial, situação na qual diferentes áreas da edificação sofrem rebaixamentos distintos. Essa condição gera esforços estruturais não previstos originalmente, podendo comprometer a estabilidade e, em casos severos, levar a estrutura à ruína. (CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA, 2018).

Figura 5 - Manifestação Patológica por recalque



Fonte: Autoria Própria. (2025).

3.4 Ensaios não destrutivos aplicados ao diagnóstico

3.4.1 Ensaio de esclerometria

O ensaio de esclerometria é um método não destrutivo utilizado para avaliar a dureza superficial do concreto e, de forma indireta, estimar sua resistência à compressão. De acordo com a ABNT NBR 7584:2012, esse ensaio tem como objetivo avaliar a uniformidade do concreto, identificar regiões com possível deterioração e controlar a qualidade em estruturas já executadas, sem necessidade de retirar amostras. O ensaio se baseia na medição do índice de reflexão (R) obtido pelo impacto controlado de um pistão metálico (Figura 6) contra a superfície do concreto.

A força do impacto e o retorno do martelo indicam o comportamento elástico do concreto, que está relacionada à sua resistência superficial. Quanto maior o valor de

reflexão, maior a dureza e, conseqüentemente, maior a resistência mecânica do concreto naquela região. Segundo a NBR 7584 (2012), o método não substitui o ensaio de compressão em corpos de prova moldados, mas é uma ferramenta útil para avaliação comparativa e controle de qualidade em campo.

Avaliação da heterogeneidade do concreto em estruturas já existentes; Controle de qualidade em obras novas, Identificação de áreas deterioradas por processos como carbonatação, corrosão ou recalques, Apoio a ensaios complementares, A esclerometria é, portanto, um ensaio rápido, econômico e eficiente, bastante utilizado em diagnósticos de patologias em estruturas de concreto armado, especialmente quando se busca avaliar o grau de degradação sem causar danos à estrutura.

Figura 6 - Equipamento Esclerômetro



Fonte: Autoria Própria. (2025).

3.4.2 Ensaio de carbonatação

A carbonatação é um processo químico que ocorre quando o dióxido de carbono (CO_2) presente no ar penetra nos poros do concreto e reage com o hidróxido de cálcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$], formando carbonato de cálcio (CaCO_3). Esse fenômeno provoca a redução da alcalinidade do concreto, podendo levar à despassivação das armaduras e ao início do processo de corrosão quando o pH do meio cai para valores inferiores aos considerados protetores, geralmente abaixo de 9 (HELENE, 1993; NEVILLE, 2016).

NBR 15575 (Edificações habitacionais Desempenho), a carbonatação está diretamente relacionada à durabilidade das estruturas de concreto, sendo considerada um dos principais mecanismos de degradação a serem controlados no projeto e na execução. A norma estabelece que o concreto deve apresentar resistência e cobrimento suficientes para garantir vida útil mínima prevista em projeto, prevenindo o avanço da carbonatação até as armaduras. O método consiste em quebrar uma amostra do concreto e aplicar uma solução de fenolftaleína sobre a superfície recém-exposta. As regiões não carbonatadas apresentam coloração rosada ($\text{pH} > 9$), enquanto as áreas carbonatadas permanecem incolores, auxiliando na determinação do nível de carbonatação no concreto. Assim, o controle da carbonatação conforme orientam a NBR 15575 e a NBR 12697 é essencial para garantir a durabilidade, segurança e vida útil das estruturas de concreto armado, devendo ser avaliado tanto na fase de projeto quanto durante a inspeção e manutenção das edificações.

Figura 7 - Pilar não carbonatado



Fonte: Arcoponte (2025).

3.5 Vida útil, segurança e durabilidade

Conforme apontado por Souza-Filho, Miranda e Gomes de Souza (2022), as manifestações patológicas em edificações, se não controladas, reduzem a vida útil dos elementos construtivos e aumentam o risco de falhas estruturais. As manifestações patológicas em edificações afetam diretamente a durabilidade e a segurança estrutural, sendo consideradas um dos principais fatores de deterioração do desempenho construtivo.

A durabilidade de uma edificação está associada à sua capacidade de aguentar às ações do tempo, fatores ambientais e o uso, mantendo suas propriedades originais. Quando surgem fissuras, trincas, infiltrações e corrosão de armaduras, há uma quebra da barreira de proteção do concreto, permitindo a entrada de água e outros agentes agressivos. Estes agentes provocam a deterioração dos materiais, como a carbonatação do concreto e a oxidação do aço, reduzindo a vida útil da estrutura. Além disso, patologias como a umidade e infiltrações prejudicam revestimentos, enfraquecem argamassas e facilitam o aparecimento de fungos e eflorescências, que também reduzem a durabilidade e prejudicam o conforto dos usuários.

A segurança estrutural é outro fator fortemente ligado a manifestações patológicas. Quando fissuras se tornam trincas profundas ou há perda de aderência entre

o concreto e as armaduras, ocorre redução da capacidade resistente da estrutura, aumentando o risco de colapso parcial ou total. Segundo Souza-Filho, Miranda e Gomes de Souza (2022), a negligência na inspeção e correção dessas patologias pode levar a falhas graves, especialmente em elementos estruturais como pilares, vigas e lajes.

Desse modo, a durabilidade e a segurança caminham juntas, pois quanto maior o desgaste do material, menor a capacidade da estrutura de resistir às cargas em que a mesma está submetida. A manutenção preventiva e o controle de qualidade dos materiais são as medidas mais eficazes para garantir os dois aspectos. As manifestações patológicas não representam apenas falhas estéticas ou de conforto, mas ameaças reais à durabilidade e à segurança da construção.

A ausência de diagnóstico e de manutenção adequada transforma pequenos defeitos em danos estruturais severos, gerando custos elevados e de certo modo riscos à vida. Por isso, quando se trata da durabilidade e da segurança a gestão adequada deve estar presente em todas as etapas da vida construtiva de uma edificação sendo elas projeto, execução, uso e manutenção, tendo em vista que dessa forma será garantido construções mais seguras e eficientes.

A Norma de Desempenho (NBR 15575) determina que as edificações devem ser projetadas para cumprir uma VPU (Vida útil de projetos) no que diz respeito ao sistema estrutural da construção. Além disso, a norma estabelece uma vida útil projetada de 50 anos, servindo como um parâmetro de referência para a segurança e desempenho da edificação ao longo do tempo. É importante destacar que a VPU de um edifício está diretamente relacionada ao seu uso correto e à sua manutenção periódica e preventiva.

4. METODOLOGIA

O bloco de engenharias tem grande importância acadêmica, pois a mesma comporta não só salas de aula, mas laboratórios, espaços de pesquisa e extensão como o projeto ‘Coworking’ e ‘Ciência no Parque’, entretanto o prédio vem apresentando manifestações patológicas significativas na sua estrutura, como manchas de umidade, deslocamento de revestimentos cerâmicos, pilares com armaduras expostas, fissuras, trincas e até então indícios de deslocamentos nos elementos construtivos. O que sugere a presença de recalque diferencial, e esses tipos de manifestações patológicas podem comprometer o desempenho da edificação e a estabilidade do bloco como um todo. Mediante a isso, o bloco de engenharias foi escolhido como o intuito de ser um objeto de estudo para identificar possíveis causas e avaliar a necessidade de intervenções corretivas.

A metodologia adotada neste estudo (Figura 8) foi estruturada de forma a possibilitar uma análise das manifestações patológicas presentes no Bloco de Engenharias. Para isso, foram selecionados procedimentos que permitiram estimar o estado atual da edificação quanto fatores que podem ter contribuído para o surgimento do recalque diferencial.

Inicialmente, foi realizada a caracterização da edificação e a definição do tipo de pesquisa, em seguida, foram conduzidas visitas técnicas in loco, com o objetivo de identificar, observar e documentar as patologias presentes por meio de inspeções visuais e registros fotográficos.

A etapa seguinte consistiu na coleta de dados complementares, envolvendo entrevistas com funcionários antigos, análise de documentos e plantas disponíveis, bem como a estimativa do histórico construtivo da edificação. Para aprofundar o diagnóstico, foram realizados ensaios não destrutivos, como a esclerometria e o ensaio de carbonatação, os quais permitiram avaliar o estado superficial do concreto, estimar sua resistência à compressão, verificar a homogeneidade dos elementos estruturais, identificar o grau de deterioração, bem como analisar a profundidade da frente de carbonatação e o risco de despassivação das armaduras, fornecendo subsídios para a avaliação da durabilidade e do desempenho estrutural da edificação.

Após a obtenção dos dados, avaliou-se os resultados, relacionando as evidências observadas às possíveis causas do recalque. Com isso, estimar mecanismos patológicos atuantes e propor soluções corretivas, além de um plano de monitoramento para garantir

a segurança e o desempenho contínuo da edificação. Essa estrutura metodológica permitiu desenvolver um diagnóstico que poderá contribuir para a compreensão técnica do caso e para sugerir intervenções adequadas.

Figura 8 - Fluxograma da metodologia

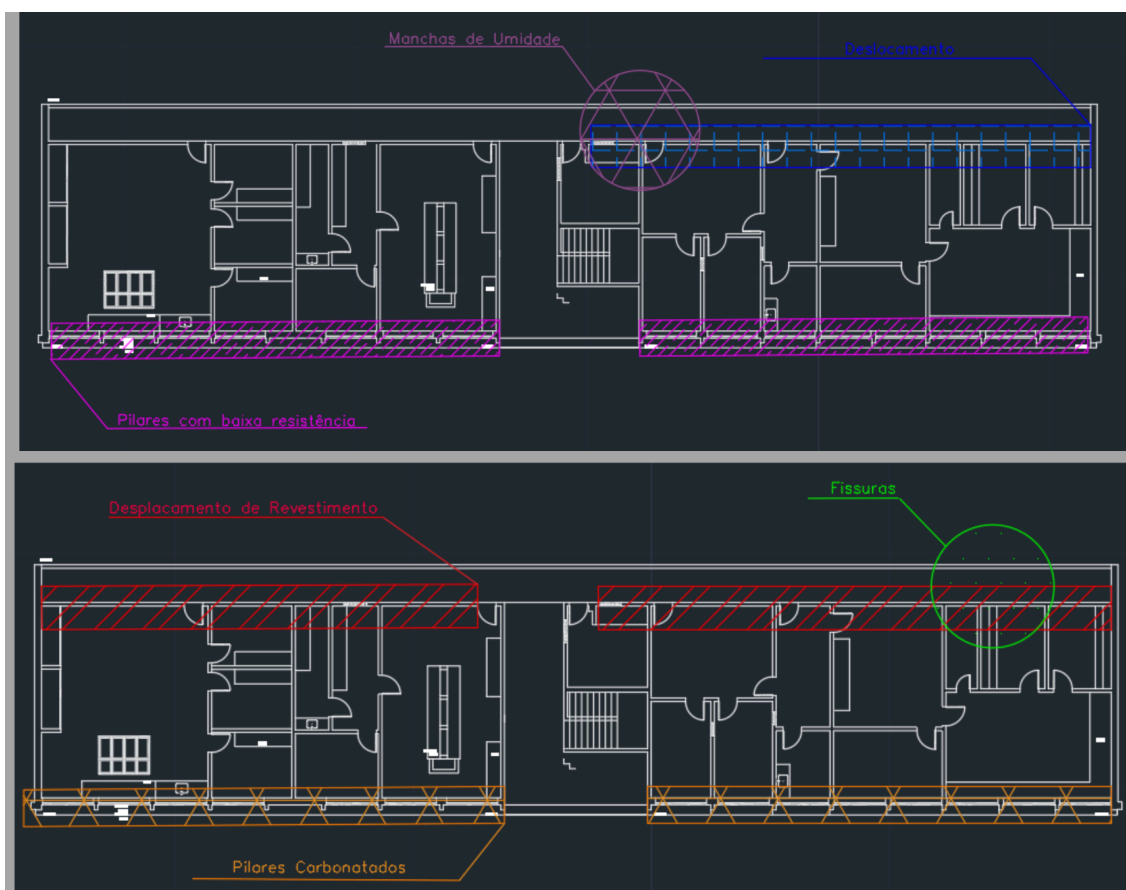


Fonte: Autoria própria (2025).

4.1 Visita técnica ao local: para inspeção visual e documentação das patologias

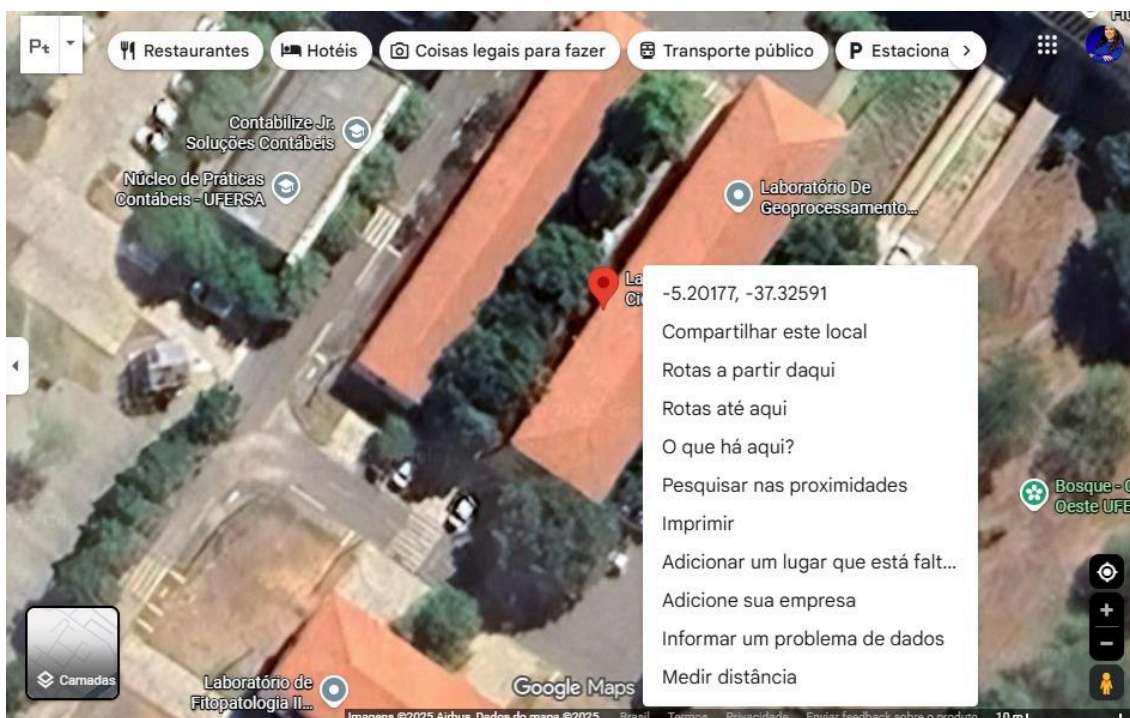
A pesquisa é de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de um estudo de caso do bloco de engenharia de uma universidade federal. Os procedimentos realizados envolveram pesquisa no campo, realização de ensaios não destrutivos, entrevistas com funcionários antigos e registros fotográficos das manifestações patológicas presentes no prédio (Figura 9). A abordagem adotada é, em sua maioria, qualitativa, sendo complementada por dados quantitativos dos ensaios e por informações empíricas. O bloco analisado está localizado nas coordenadas geográficas -5.201785251654778, -37.325892438027154 (Figura 10).

Figura 9 - Mapeamento de Manifestações patológicas



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 10 - Georreferenciamento do Bloco de Engenharias



Fonte: Autoria própria (2025).

4.2 Bloco de Engenharias e suas características

O bloco de Engenharia não dispõe de projetos executivos. Assim, a caracterização construtiva da edificação foi realizada exclusivamente por meio de inspeções in loco, incluindo medições diretas, identificação de materiais, avaliação visual dos elementos estruturais e registro de dimensões (Figura 11). As informações obtidas possuem caráter empírico e permitiram definir os seguintes parâmetros:

Figura 11 - Equipamentos utilizados para medições



Fonte: Autoria própria (2025).

Pilares

Os pilares apresentam conformação compatível com o sistema estrutural originalmente executado, com as seguintes características verificadas (Figura 12):

- Concreto: concreto com seixo rolado, utilizado em substituição à brita convencional;
- Armadura longitudinal composta por barras de aço CA-50 de 10 mm;
- Estribo: aço de 5 mm, com espaçamento médio de 19 cm, caracterizando armadura transversal mínima;
- Cobrimento: aproximadamente 7 cm, conforme profundidade até a armadura;

- Seção transversal resistente: 10×36 cm; incluindo o revestimento, as dimensões finais observadas foram aproximadamente 15×41 cm.

Figura 12 - Medições dos pilares



Fonte: Autoria própria (2025).

Alvenaria

As vedações verticais são executadas em tijolo cerâmico comum, sem evidências de reforços adicionais (Figura 13).

Figura 13 - Alvenaria de vedação - Tijolo cerâmico comum



Fonte: Autoria própria (2025).

Vigas

As vigas apresentam indícios de concretagem em duas etapas, perceptível pela presença de junta fria ao longo do elemento.

Figura 14 - Viga concretada em duas etapas



Fonte: Autoria própria (2025).

Laje

A edificação possui laje maciça em concreto armado. Conforme a NBR 6118:2023, as lajes maciças devem apresentar espessuras usuais entre 8 cm e 10 cm, faixa na qual se enquadra a laje analisada, que possui 10 cm. Acima da laje foi identificada uma camada de revestimento/piso de aproximadamente 5 cm. O espaço entre o forro e a laje apresenta 65 cm, destinado à passagem de instalações. A laje de cobertura apresenta espessura aproximada de 7 cm, valor que também está em conformidade com a NBR 6118, que admite este mínimo para lajes de cobertura submetidas a cargas reduzidas.

4.3 Registro fotográfico: mapeamento das manifestações patológicas.

Para realizar o mapeamento das manifestações patológicas, foram feitas várias visitas presenciais com o objetivo de identificar os principais danos existentes na edificação e investigar a possível causa do recalque diferencial que vem acontecendo no bloco.

Figura 15 - Mapeamento das manifestações patológicas do bloco engenharias



Fonte: Autoria própria (2025).

4.4 Entrevistas com técnicos ou responsáveis e análise documental.

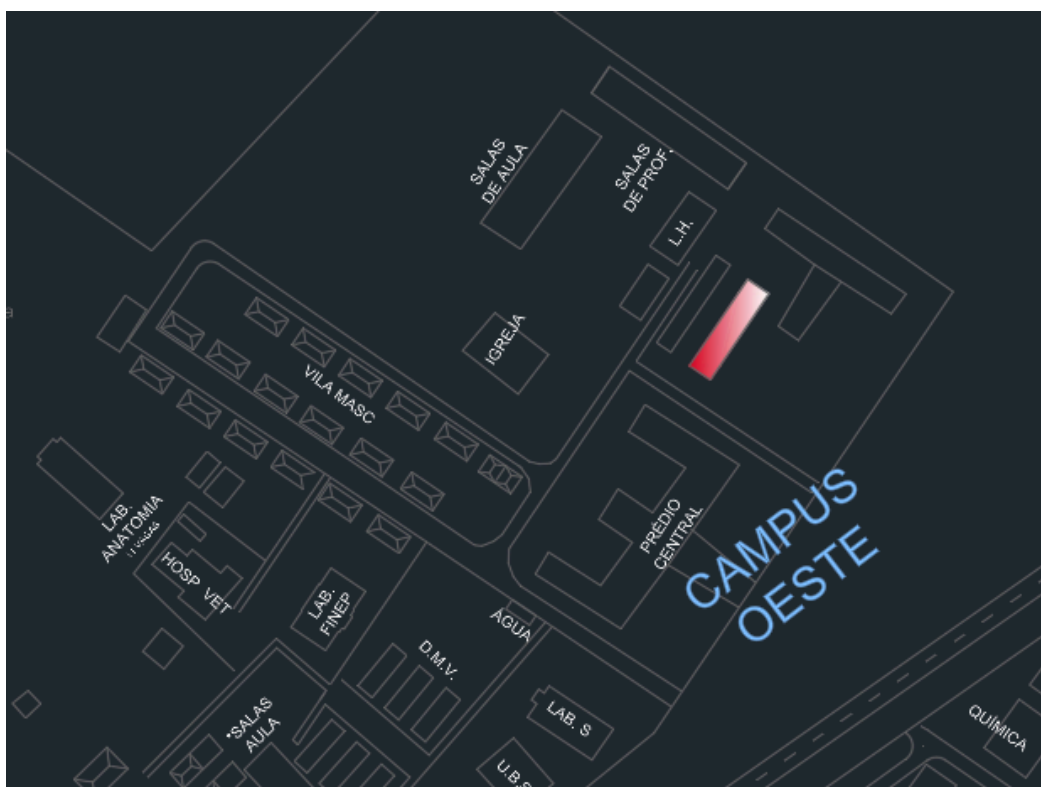
O bloco em estudo não dispõe de placa de inauguração e não possui registros de projetos estruturais ou complementares, o que dificulta a identificação das possíveis causas e fatores contribuintes para o surgimento das patologias. Foi realizado contato com a SIN, que disponibilizou um As Built elaborado recentemente (Figura 17). Diante da ausência de documentação, também foram realizadas conversas com funcionários antigos na tentativa de obter informações históricas sobre a construção.

Apesar dos esforços, as três tentativas de coleta de dados não trouxeram resultados totalmente satisfatórios, pois muitos relataram não possuir informações sobre a obra, não terem participado da construção ou mencionaram que pessoas envolvidas na época já haviam falecido. Entretanto, uma informação relevante obtida: o bloco analisado foi o segundo a ser construído, ainda no período em que a instituição se

denominava ESAM. Assim, a edificação tem mais de 50 anos de construída.

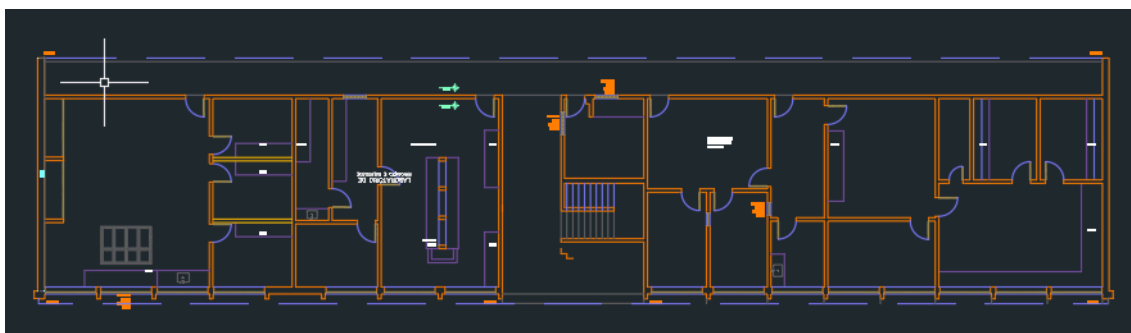
Dessa forma, não foi possível obter dados precisos sobre a execução da obra, seu sistema estrutural ou o tipo de fundação utilizado.

Figura 16 - Planta de situação campus Oeste



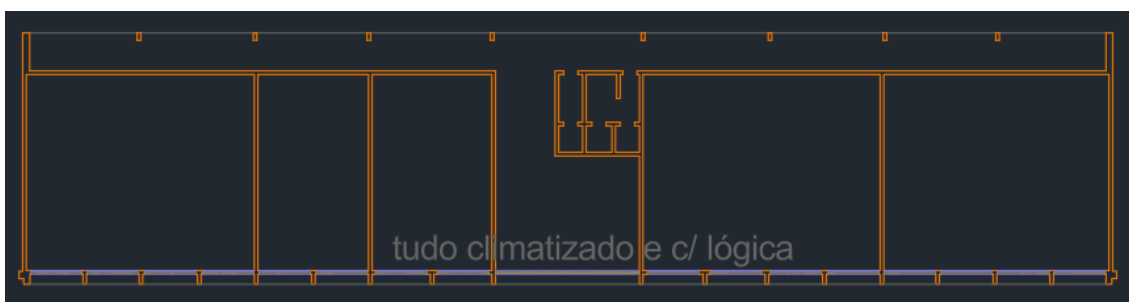
Fonte: SIN UFERSA (2021).

Figura 17 - Planta baixa pavimento térreo do bloco de engenharias.



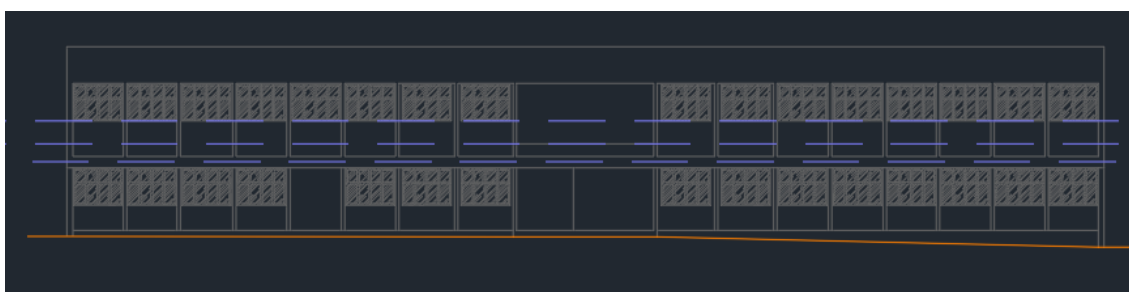
Fonte: SIN UFERSA (2021).

Figura 18 - Planta baixa primeiro pavimento do bloco de engenharias



Fonte: SIN UFERSA (2021).

Figura 19 - Fachada do bloco de engenharias



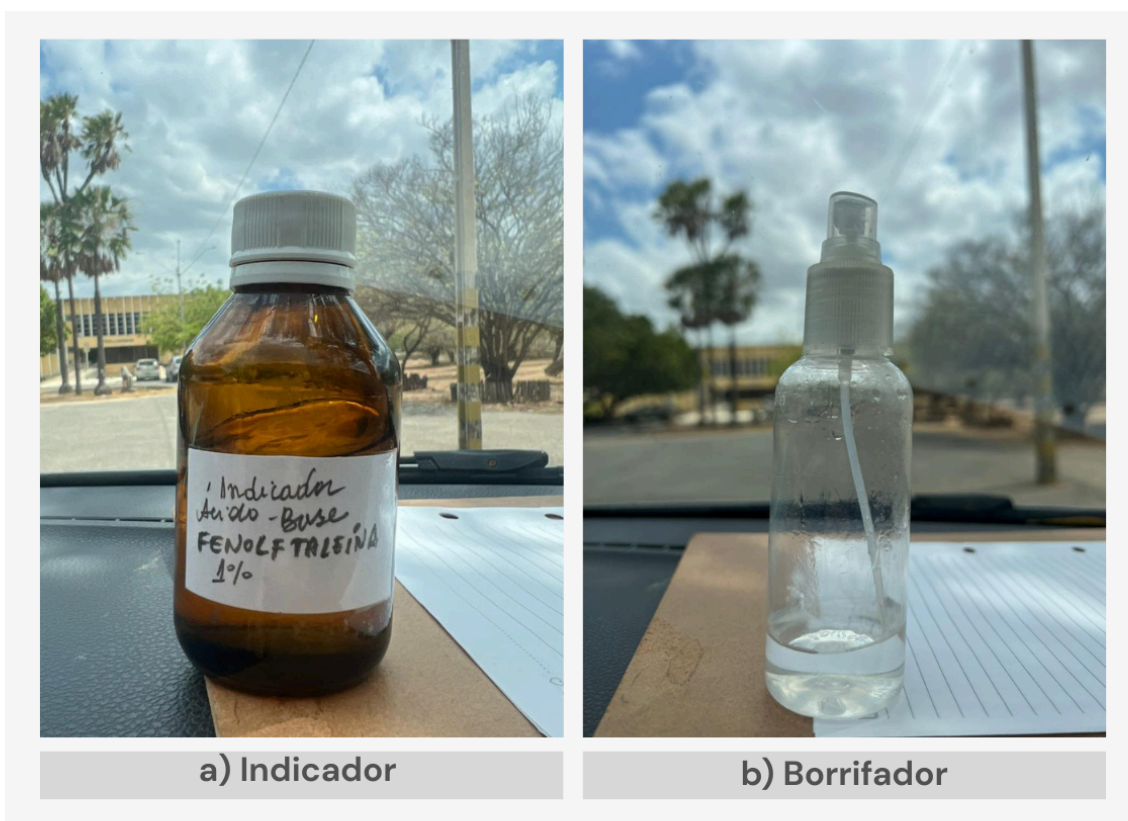
Fonte: SIN UFERSA (2021).

4.5 Ensaios realizados

4.5.1 Ensaio de carbonatação

Para a realização do ensaio de carbonatação, foi selecionado um pilar que apresentava armadura exposta (Figura 21), caracterizando um ponto crítico dentro do bloco analisado. Após a escolha do elemento estrutural, procedeu-se ao preparo da superfície e à aplicação do indicador ácido-base fenolftaleína a 1%, borrifando-o de forma homogênea sobre a área seccionada do concreto, conforme recomendado por normas e literatura técnica (Figura 22 b).

Figura 20 - Material utilizado para a realização do ensaio de carbonatação



Fonte: Autoria própria (2025).

Durante o procedimento, verificou-se que não ocorreu mudança de coloração após a aplicação do indicador, permanecendo a superfície incolor. A ausência de tonalidade rósea indica que o pH da região está inferior a 9, sinalizando perda de alcalinidade, condição típica de concreto carbonatado. Dessa forma, constatou-se que o pilar analisado apresenta carbonatação avançada, o que favorece a corrosão da armadura exposta, podendo comprometer a durabilidade e o desempenho estrutural ao longo do tempo.

Figura 21 - Pilar escolhido para realização do teste de carbonatação



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 22 - Pilar Carbonatado

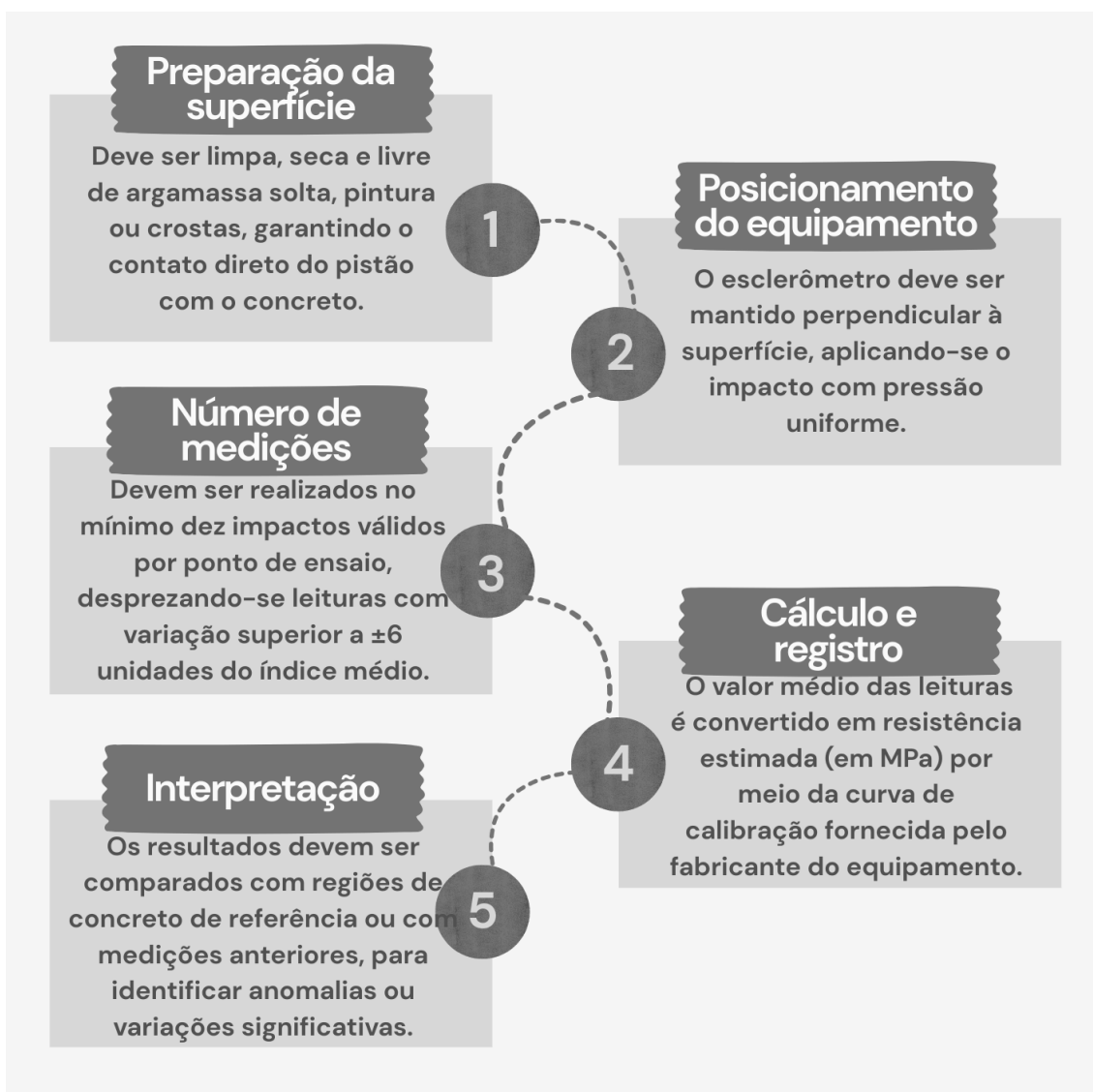


Fonte: Autoria própria (2025).

4.5.2 Ensaio de esclerometria

O procedimento de ensaio, conforme especificado na NBR 7584, compreende as seguintes etapas principais (Figura 23):

Figura 23 - Procedimento de Ensaio de Esclerometria

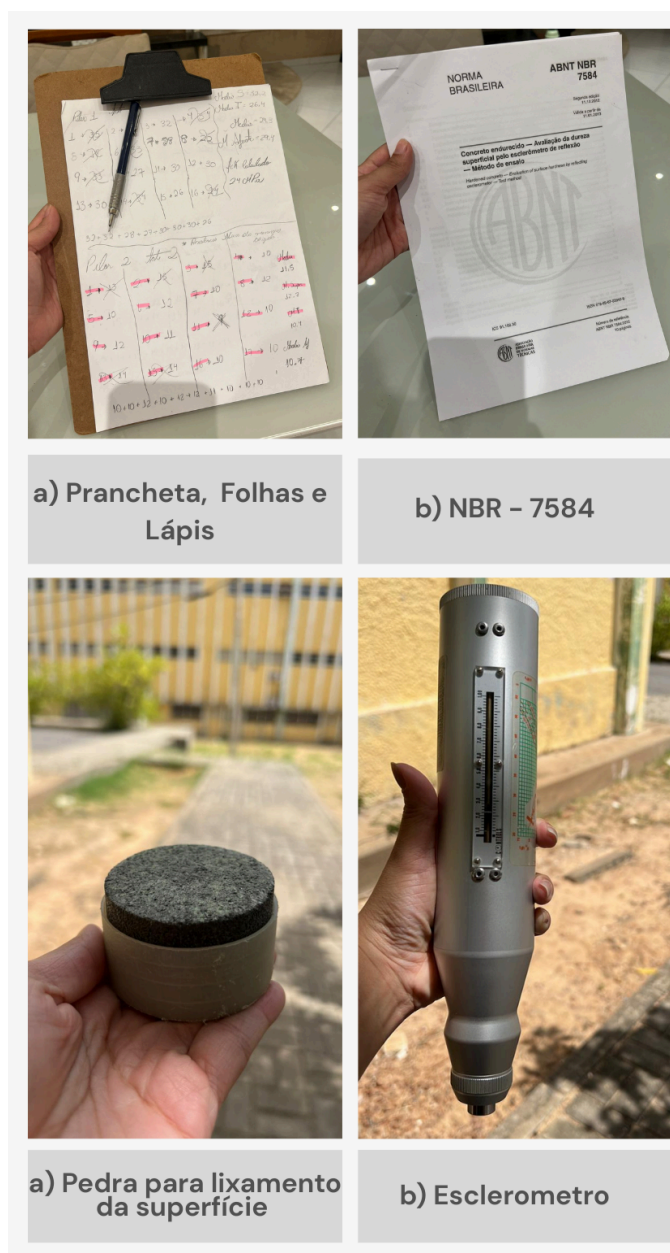


Fonte: Autoria própria (2025).

Equipamentos para a realização do ensaio

Para a realização do ensaio foram necessárias pranchetas, folhas, lápis para anotação, norma 7584, pedra para lixamento da superfície e por fim o esclerômetro (Figura 24).

Figura 24 - Equipamentos utilizados para realização do ensaio de esclerometria



Fonte: Autoria própria (2025).

Para realizar o ensaio de esclerometria, foram escolhidos 5 dos 16 pilares. Em vez de um equipamento específico para detectar armaduras internas, usou-se como referência um pilar com armadura exposta, o que possibilitou a identificação das características geométricas e do posicionamento típico das barras (Figura 25). Com base nessa análise, foi possível identificar as áreas onde havia armadura nos outros pilares, evitando impactos nessas regiões, conforme orienta a NBR 7584. Antes do ensaio, a superfície dos pilares foi regularizada com pedra abrasiva para garantir uma área lisa (Figura 26) e apropriada para a aplicação dos impactos. Na sequência, o esclerômetro foi colocado de forma perpendicular à superfície (90°), mantendo um contato firme. Depois de montar o equipamento, foi realizado o impacto, e o Índice Esclerométrico (IE) registrado na escala do dispositivo foi registrado.

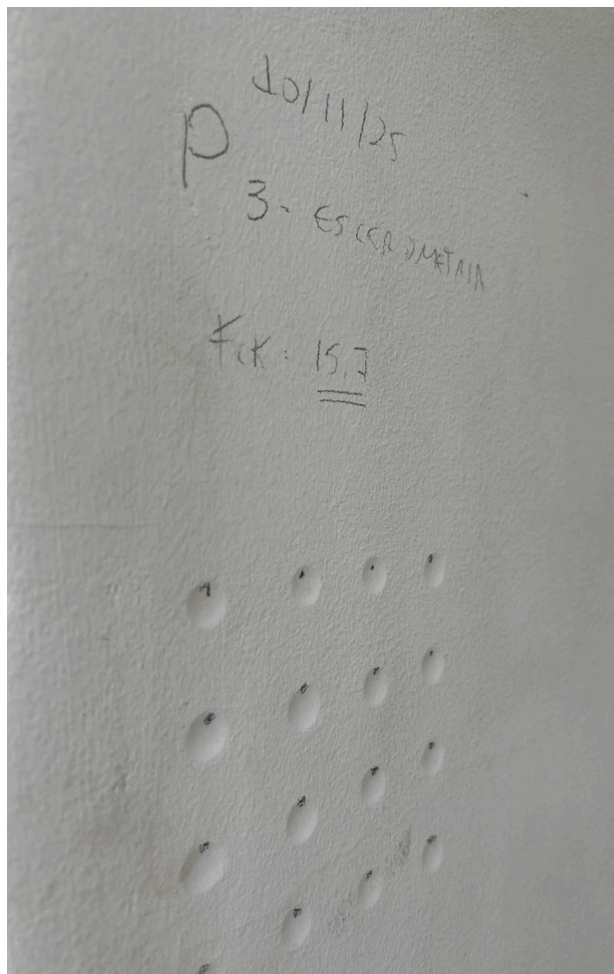
De acordo com a norma, foram realizados 16 impactos por área (Figura 26), mantendo distâncias apropriadas entre os pontos e desconsiderando leituras discrepantes. Todos os valores coletados foram registrados para análise estatística posterior, que inclui a remoção de valores atípicos e a determinação da média do Índice Esclerométrico.

Figura 25 - Pilar com armadura exposta



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 26 - Pilar teste 3



Fonte: Autoria própria (2025).

Finalmente, os valores médios foram comparados às curvas de correlação apresentadas pelo fabricante do esclerômetro, de acordo com os critérios de interpretação estabelecidos na NBR 7584 (Figura 27 e 28).

Figura 27 - Dados dos testes 1,3 e 5 do Ensaio de Esclerometria

TESTE 1							
DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO
1	35	2	32	3	32	4	34
5	19	6	33	7	28	8	22
9	33	10	27	11	30	12	30
13	30	14	34	15	26	16	24
Σ	469		Média Sup	32,2		Media Ajustada	29,4
Med Total	29,3		Méd Inf	26,4		fck	24 MPa
TESTE 3							
DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO
1	16	2	17	3	17	4	17
5	16	6	15	7	16	8	15
9	16	10	16	11	16	12	14
13	16	14	12	15	14	16	15
Σ	248		Média Sup	17,05		Media Ajustada	15,7
Med Total	15,5		Média Inf	13,95		MPA	-
*Em relação ao MPA, A resistencia está abaixo do mínimo exigido.							
TESTE 5							
DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO
1	17	2	16	3	12	4	16
5	14	6	14	7	10	8	10
9	12	10	13	11	10	12	11
13	14	14	16	15	12	16	12
Σ	209		Méd Sup	14,37		Media Ajustada	12,6
Med Total	13,1		Méd Inf	11,76		MPA	-
*Em relação ao MPA, A resistencia está abaixo do mínimo exigido.							

Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 28 - Dados dos testes 2 e 4 do Ensaio de Esclerometria

TESTE 2							
DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO
1	13	2	13	3	15	4	10
5	10	6	12	7	10	8	12
9	12	10	11	11	9	12	10
13	14	14	14	15	10	16	10
Σ	185		Média Superior	12,72		Media Ajustada	10,7
Media Total	11,56		Média Inferior	10,41		MPA	-
*Em relação ao MPA, A resistencia está abaixo do mínimo exigido.							
TESTE 4							
DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO	DISPARO	RESULTADO
1	17	2	16	3	15	4	14
5	15	6	14	7	15	8	16
9	14	10	16	11	13	12	14
13	15	14	14	15	12	16	10
Σ	230		Média Superior	15,81		Media Ajustada	14,9
Media Total	14,38		Média Inferior	12,94		MPA	-
*Em relação ao MPA, A resistencia está abaixo do mínimo exigido.							

Fonte: Autoria própria (2025).

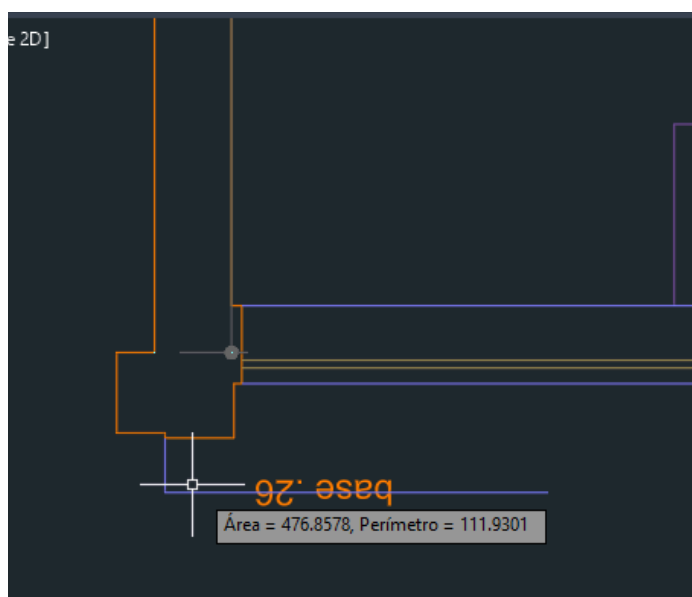
4.6 Cálculo de Estimativa de Carga da Edificação

Como não há projetos estruturais ou complementares disponíveis para a edificação, utilizou-se um método empírico para calcular a carga total atuante. Em construções voltadas para laboratórios, o uso de valores de carga por área mais altos do que os de espaços administrativos, pois esses locais podem abrigar bancadas, equipamentos pesados e uma maior quantidade de usuários.

De acordo com a literatura técnica sobre concreto armado, especialmente em obras que abordam ações permanentes e variáveis em estruturas, bem como critérios de estabilidade global, edificações destinadas a ocupações especiais, como laboratórios, geralmente recebem valores de carga distribuída variando entre 1,0 e 1,3 tf/m². Portanto, em alinhamento com essas recomendações práticas, o valor de 1,3 tf/m² foi adotado para o estudo em questão (CARVALHO; PINHEIRO, 2017; BEZERRA, 2014).

A área total construída do edifício pôde ser determinada com base no As Built fornecido pela SIN. A área (Figura 29) foi multiplicada pelo número de pavimentos e, em seguida, pelo parâmetro de 1,3 tf/m². Isso resultou em uma estimativa da carga total de 1,23 tf, (Figura 30) que foi convertida para kN. Para a edificação, obteve-se uma carga aproximada de 12,06 kN.

Figura 29 - Área pavimento térreo



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 30 - Cálculo da Estimativa de carga

ÁREA (m²)	476,85 m²
QUANT. DE PAVIMENTOS	2
ÁREA TOTAL DA EDIFICAÇÃO (m²)	953,72 m²
COEFICIENTE UTILIZADO tf	1,3tf
ESTIMATIVA DE CARGA DA EDIFICAÇÃO tf	1239.83tf
1 tf	9,80665 KN
ESTIMATIVA DE CARGA EM KN	12,06 KN

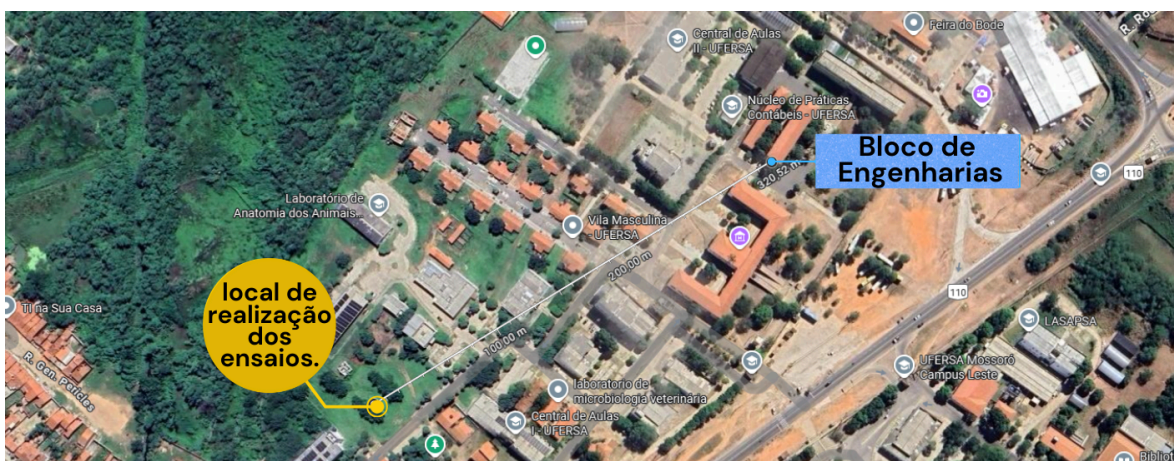
Fonte: Autoria própria (2025).

4.7 Ensaio de sondagem do solo

A uma distância aproximada de 320,52 m da edificação em estudo (Figura 31), foram realizados ensaios de percolação da água no solo e sondagens a percussão (SPT) por empresa contratada, cujos relatórios foram disponibilizados pela Superintendência de Infraestrutura (SIN). Esses documentos foram utilizados como referência complementar para a análise das condições geotécnicas do Bloco de Engenharias, uma vez que não foram executadas investigações diretas no local específico da edificação.

Ressalta-se, entretanto, que os resultados obtidos não permitem a caracterização geotécnica definitiva do solo da edificação analisada, servindo apenas como subsídio técnico preliminar. Embora a relativa proximidade entre os pontos investigados possa indicar tendências regionais do comportamento do solo, variações locais de estratigrafia, compacidade e nível d'água podem ocorrer, sendo necessária a realização de sondagens específicas no local para conclusões mais precisas.

Figura 31 - Distância entre local de ensaio e o bloco de engenharia



Fonte: Autoria própria (2025).

4.7.1 Ensaio de Sondagem Percolação de água – Procedimentos

Os solos avaliados foram classificados como solos de alteração de rocha, com variações de coloração entre cinza (Ensaio 01 e 03) e marrom (Ensaio 02). Para determinar suas características de permeabilidade, foram realizados três ensaios de percolação, conduzidos conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 17076:2024 (ABNT, 2024).

As escavações (Figura 32) seguiram o plano de sondagem aprovado, permitindo a execução dos ensaios de campo. Em cada ponto, foi perfurado um furo com 15 cm de diâmetro e 1,5 m de profundidade, com posterior limpeza, preparo do fundo com camada de brita nº 1 e etapa de saturação do solo. Após essa fase, o furo foi novamente preenchido com água para o monitoramento do rebaixamento do nível líquido, possibilitando o cálculo das taxas de percolação. Posteriormente, esses valores foram convertidos para Taxa Máxima de Aplicação Diária (TAD) conforme critérios da ABNT NBR 13969:1997 (ABNT, 1997). Ao final, coletou-se uma amostra para classificação tátil-visual, prática recomendada em investigações preliminares (SCHNAID, 2018).

Os resultados obtidos foram:

- ENS-01: 2.000 min/m → TAD: 0,028 m³/m².dia
- ENS-02: 2.500 min/m → TAD: 0,025 m³/m².dia
- ENS-03: 1.833 min/m → TAD: 0,029 m³/m².dia

A análise indica que o solo apresenta baixa permeabilidade, com TAD variando entre 0,025 e 0,029 m³/m².dia.

Figura 32 - Ensaio de percolação do solo



Fonte: ASD GEO Engenharia e Consultoria (2025).

4.7.2 Ensaio de Sondagem SPT – Procedimentos e Resultados

As sondagens foram executadas conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 6484:2020 para sondagens de simples reconhecimento com SPT, além das diretrizes de apoio da NBR 8036, NBR 13441 e NBR 6502. O procedimento seguiu o

método padrão, utilizando torre com sarilho, tubos de revestimento, hastes de penetração, amostrador padrão e martelo de 65 kg, conforme especificações normativas. A perfuração foi realizada inicialmente com trado helicoidal até o limite de avanço, prosseguindo-se por circulação de água (lavagem) quando necessário.

A cada metro de profundidade, o amostrador foi cravado para obtenção da amostra e determinação do NSPT, valor obtido pela soma dos golpes necessários para os 30 cm finais de cravação, indicador da compactidade ou consistência dos solos. Em casos de encontro do nível d'água, a medição era realizada no momento da identificação e repetida após 24 horas, conforme a NBR 6484. No total, foram executados nove furos de sondagem (SP-01 a SP-03B) (Figura 32), com profundidades variando entre 0,30 m e 0,35 m, todos sem registro de nível freático.

Os resultados foram sistematizados em boletins de sondagem contendo descrição do perfil geológico, valores de NSPT, profundidades atingidas e características dos materiais. A estratigrafia encontrada mostrou-se relativamente uniforme entre os pontos investigados, apresentando uma delgada camada orgânica superficial, seguida por silte arenoso com pedregulhos, e posteriormente por solo de alteração de rocha de composição predominantemente siltosa, ambos de coloração cinza.

A profundidade reduzida das camadas indica um perfil superficial homogêneo e de baixa variabilidade geotécnica. A ausência de nível d'água até a profundidade investigada representa uma condição favorável para atividades executivas, reduzindo riscos de instabilidade e dispensando medidas de rebaixamento do lençol freático em eventuais escavações rasas.

Figura 33 - Ensaio de sondagem no solo



Fonte: ASD GEO Engenharia e Consultoria (2025).

4.8 Análise e dimensionamento da fundação

Para verificar, de forma preliminar, se a fundação existente do Bloco de Engenharias apresenta dimensionamento compatível com as solicitações estruturais atuantes, foi realizada uma estimativa empírica da área mínima necessária de uma sapata isolada. Esse procedimento baseia-se na relação entre a carga transmitida pelo pilar e a tensão admissível do solo, conforme critérios estabelecidos pela NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações.

Inicialmente, considerou-se a carga atuante no pilar, igual a 340 kN, valor representativo das solicitações verticais transmitidas à fundação. Em seguida, adotou-se a tensão admissível do solo, fixada em 0,20 MPa, equivalente a 200 kN/m², conforme parâmetros normativos e dados disponíveis.

A área mínima da sapata foi determinada pela expressão, onde:

- (A) é a área da sapata (m²);
- (P) é a carga atuante no pilar (kN);
- (σ_{adm}) é a tensão admissível do solo (kN/m²).

Substituindo os valores:

$$A = \frac{P}{\sigma_{adm}} \quad \rightarrow \quad A = \frac{340}{200} = 1,70 \text{ m}^2$$

Considerando uma sapata de formato quadrado, a dimensão do lado foi obtida pela raiz quadrada da área calculada:

$$L = \sqrt{1,70} \simeq 1,30 \text{ m}$$

Dessa forma, a sapata isolada necessária para suportar a carga considerada deveria apresentar dimensões aproximadas de 1,30 m × 1,30 m.

Ressalta-se que este cálculo possui caráter estimativo é preliminar, sendo utilizado como ferramenta de análise comparativa. Caso a fundação existente apresenta dimensões inferiores às estimadas, o resultado reforça o diagnóstico de possíveis manifestações patológicas, como recalque diferencial, especialmente quando associado a condições geotécnicas desfavoráveis e ao histórico construtivo da edificação.

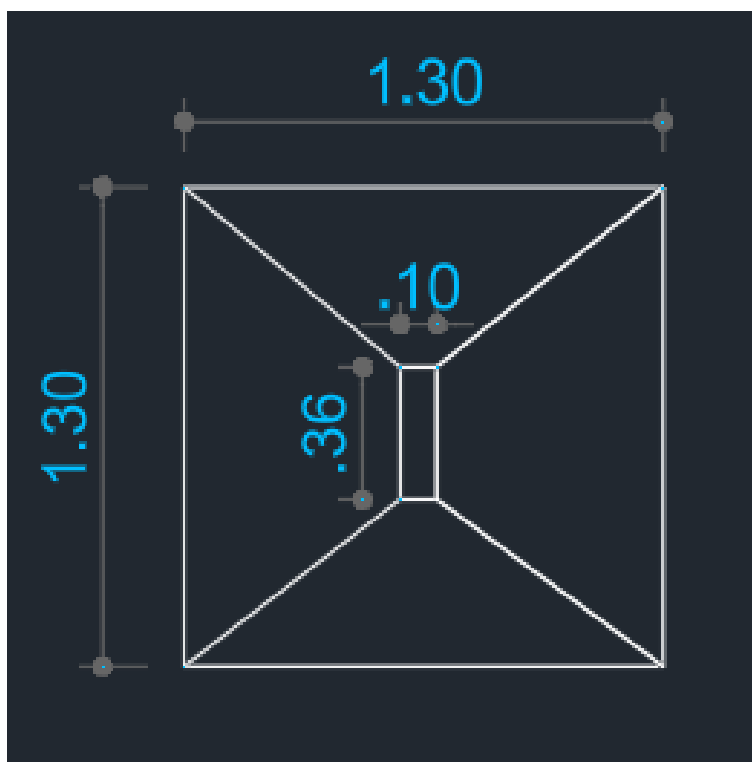
Figura 34 - Estimativa de dimensionamento da fundação

DIMENSÕES DO PILAR
36 cm x 10 cm
CARGA ATUANTE: (P)
340 kN
TENSÃO ADMISSÍVEL DO SOLO
$\sigma_{adm} = 0,20$
MPa = 200 kN/m ²
CÁLCULO DA ÁREA MÍNIMA DA SAPATA
$A = P / \sigma_{adm}$
$A = 340 / 200$
1,70 m ²
DIMENSÃO DA SAPATA QUADRADA
$L = \sqrt{A}$
$L = \sqrt{1,70} \approx$
$\approx 1,30 \text{ m}$

Fonte: Autoria própria. (2025).

Portanto, para suportar a carga considerada, a sapata deveria ter aproximadamente 1,30 m × 1,30 m. Se a fundação existente for inferior ao valor estimado, esse cálculo confirma o diagnóstico de possíveis patologias, como recalque diferencial.

Figura 35 - Dimensões da sapata



Fonte: Autoria própria. (2025).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da extensão e gravidade dos danos.

Com base nos resultados obtidos através do ensaio de carbonatação, tem-se que o pilar analisado apresenta processo de carbonatação. Onde o ensaio indica que a frente de carbonatação alcançou a região da armadura evidenciando que o concreto perdeu parte de sua capacidade de proteção alcalina. Esse diagnóstico é significativo, pois a carbonatação reduz o pH do concreto, criando condições favoráveis para o início ou a aceleração da corrosão das armaduras.

A ausência de coloração rósea sugere que o pilar está exposto há longo tempo a agentes atmosféricos ou condições ambientais que favoreceram o avanço da carbonatação, reforçando a necessidade de monitoramento e de intervenções preventivas ou corretivas para evitar danos estruturais mais severos. Portanto, o ensaio confirma que o elemento estrutural avaliado encontra-se em estado de vulnerabilidade e requer atenção quanto à sua durabilidade e desempenho ao longo dos próximos anos.

Para o ensaio de esclerometria, verificou-se que, dos cinco pilares avaliados, quatro apresentaram valores de resistência à compressão inferiores ao mínimo exigido pela norma para estruturas de concreto armado em condições de uso. Esse resultado indica que a maior parte dos elementos analisados encontra-se com desempenho mecânico reduzido, sugerindo possível perda de qualidade do concreto ao longo do tempo.

A baixa resistência identificada pode estar relacionada a diversos fatores, como envelhecimento natural dos materiais, deterioração por exposição ambiental, processos de corrosão já iniciados, falhas de execução à época da construção ou até mesmo práticas construtivas menos rigorosas, considerando que o bloco possui mais de 50 anos. Além disso, valores reduzidos de resistência aumentam a vulnerabilidade da estrutura, podendo comprometer sua capacidade de suportar as cargas previstas no projeto original cuja documentação, no caso deste bloco, é inexistente.

Dessa forma, os resultados da esclerometria reforçam a necessidade de uma avaliação mais aprofundada da segurança estrutural, bem como de possíveis

intervenções de reforço, recuperação ou acompanhamento contínuo dos pilares que apresentaram desempenho insatisfatório.

Com base nos resultados obtidos nos ensaios de percolação, observou-se que o solo da área estudada apresenta baixa permeabilidade e composição predominantemente siltoso-argilosa, características que indicam condutividade hidráulica reduzida e baixa capacidade de dissipação de esforços. Esse tipo de solo tende a apresentar comportamento mais plástico e compressível, sendo, portanto, suscetível à deformação sob cargas elevadas. Considerando a carga total estimada da edificação (12,06 KN), é possível estimar que a atuação dessas tensões sobre um terreno com tais propriedades pode ocasionar recalques diferenciais, principalmente se a carga não for distribuída de forma uniforme entre os elementos de fundação.

A natureza coesiva e a estrutura compacta, porém pouco permeável do solo, indicam que, ao longo do tempo, o processo de adensamento pode ter contribuído para deslocamentos verticais diferenciais, manifestando-se em fissuras ou desnivelamentos aparentes na estrutura. Todavia, apesar da disponibilidade de informações sobre o solo e da estimativa de carga total da edificação, não há acesso ao projeto estrutural ou de fundações.

Essa limitação impede a obtenção de dados mais precisos quanto à geometria, profundidade e tipologia das fundações, assim como sobre a forma de transmissão dos esforços ao terreno. Assim, não é possível estabelecer uma correlação quantitativa direta entre a resistência do solo, a carga aplicada e o mecanismo de recalque observado.

Os danos observados no Bloco de Engenharias podem ser classificados em danos arquitetônicos e danos estruturais. Os danos arquitetônicos, de caráter predominantemente estético, manifestam-se por meio de manchas, fissuras superficiais, deslocamentos e deslocamentos de revestimentos, os quais comprometem a aparência da edificação e o conforto dos usuários, embora não indiquem, de forma imediata, risco estrutural.

Por outro lado, foram identificados danos estruturais, caracterizados pela presença de rachaduras verticais em pilares e deformações no pavimento térreo próximas às bases dos pilares. Essas manifestações patológicas são compatíveis com os efeitos do recalque diferencial, fenômeno que pode provocar redistribuição de esforços

e comprometer a estabilidade da estrutura caso não seja adequadamente tratado, conforme destacado por Milititsky, Consoli e Schnaid (2015).

A avaliação inicial da capacidade de suporte da fundação, conduzida com base na carga atuante no pilar (340 kN) e na tensão admissível do solo (0,20 MPa), indicou uma área mínima estimada de 1,70 m² para uma sapata isolada. Levando em conta uma geometria quadrada, a dimensão requerida seria de cerca de 1,30 m × 1,30 m, medida utilizada como referência para avaliar a adequação estrutural da fundação presente no bloco.

Com base nessa estimativa, constatou-se que quaisquer dimensões inferiores às calculadas podem resultar em sobrecarga do solo, especialmente em áreas com baixa resistência, conforme identificado nos ensaios geotécnicos realizados no local. Essa sobrecarga está alinhada com o conjunto de manifestações patológicas observadas no edifício, que incluem: recalque diferencial, resultante da compressão irregular do solo, trincas estruturais, que ocorrem principalmente nos pontos de junção entre elementos estruturais e alvenarias, deformações locais em pavimentos e paredes, diminuição da performance funcional de revestimentos e componentes não estruturais.

Os resultados obtidos sugerem que a fundação existente pode estar operando além de sua capacidade de suporte, o que contribui diretamente para as patologias observadas. Assim, o dimensionamento preliminar evidencia de forma objetiva que a capacidade resistente do solo, quando confrontada com a carga aplicada pelos elementos estruturais, pode ser insuficiente, estabelecendo um vínculo técnico direto entre a demanda mínima de fundação e os danos estruturais identificados, como o recalque diferencial.

Em resumo, a análise sugere que os resultados calculados e as manifestações patológicas estão corroborando a ideia de que o recalque causado por fundações subdimensionadas está relacionado para a origem e desenvolvimento das trincas e deformações observadas no bloco de Engenharia da Universidade.

5.2 Soluções corretivas e preventivas e plano de monitoramento e manutenção

A adoção de soluções corretivas e preventivas é essencial para garantir a segurança estrutural, prolongar a vida útil da edificação e minimizar o avanço das

manifestações patológicas identificadas. Associado a isso, um plano de monitoramento e manutenção preventiva torna-se fundamental para acompanhar a evolução dos danos, permitindo intervenções oportunas e eficazes.

5.2.1 Técnicas de Recuperação de Fundações em Casos de Manchas de umidade

Identificação e eliminação da fonte de umidade, seja ela proveniente de infiltrações laterais ou de instalações hidráulicas defeituosas.

- Execução de nova impermeabilização, utilizando mantas asfálticas, argamassas poliméricas ou cristalizantes, conforme a área afetada;
- Instalação de drenos profundos ou superficiais para redirecionamento do fluxo de água quando houver influência de solo úmido;
- Tratamento das áreas afetadas, com remoção de revestimentos deteriorados, limpeza e aplicação de produtos fungicidas e hidrofugantes;
- Correção de patologias associadas, como eflorescências, bolores e destacamentos de argamassa.

Essas medidas reduzem o nível de umidade no entorno das fundações, evitando danos futuros ao concreto e ao aço.

5.2.2 Técnicas de Recuperação de Fundações em Casos de Desplacamento

O deslocamento ocorre devido à perda de aderência entre o revestimento e o substrato, podendo estar relacionado à umidade, falhas de execução ou deterioração do concreto.

As principais técnicas de recuperação incluem:

- Remoção total das áreas deslocadas, expondo o substrato para inspeção detalhada;

- Limpeza e preparo da superfície, com escovação metálica, jateamento ou lixamento para restabelecer rugosidade e aderência;
- Reconstituição do cobrimento, utilizando argamassas de reparo estrutural à base de cimento modificado ou polímeros;
- Aplicação de ponte de aderência entre o concreto existente e o novo material de reparo;
- Proteção superficial, como aplicação de selantes, hidrofugantes ou revestimentos de alto desempenho para prevenir novas degradações.

Essa intervenção garante o restabelecimento da integridade superficial e protege as armaduras contra exposição e corrosão.

5.2.3 Técnicas de Recuperação de Fundações em Casos de Fissura

As técnicas recomendadas incluem:

- Injeção de resina epóxi, indicada para fissuras que não apresentam movimento, restabelecendo a monoliticidade do elemento estrutural;
- Selamento superficial com mastiques flexíveis, adequado para fissuras ativas, permitindo acomodação de movimentações térmicas sem reabertura;
- Tratamento de fissuras por permeabilidade reduzida, com aplicação de argamassas poliméricas ou hidrorrepelentes em fissuras finas;
- Verificação e correção de causas, como recalques, sobrecargas, impactos ou variações higrótérmicas exageradas.

O reparo das fissuras impede a entrada de agentes agressivos, como água, dióxido de carbono e cloretos, reduzindo o risco de corrosão das armaduras e de danos estruturais.

5.2.4 Técnicas de Recuperação de Fundações em Casos de Recalque Diferencial

As principais técnicas são:

- Estacas raiz ou microestacas, utilizadas para reforço da fundação sem necessidade de grandes escavações, adaptando-se bem a edificações existentes;
- Underpinning (recalçamento), que consiste na execução de novos elementos de fundação sob as estruturas existentes, transferindo cargas para camadas de solo mais competentes;
- Injeção de calda de cimento, empregada para melhorar o solo ao redor das fundações, aumentando sua capacidade de carga e reduzindo a compressibilidade;
- Melhorias de solo, como substituição de camadas superficiais, compactação profunda ou drenagem para reduzir a umidade do terreno;
- Monitoramento contínuo dos recalques, com nivelamentos periódicos e uso de marcos de referência para acompanhar movimentações após a intervenção.

5.3 Propostas Viáveis para Recuperação e Prevenção

Com base nas manifestações patológicas observadas, nos resultados dos testes realizados e nas limitações estruturais do bloco analisado, propõem-se soluções viáveis que podem ser implementadas de acordo com a gravidade dos danos e a viabilidade técnica e econômica da intervenção. Levando em conta as condições atuais do bloco, sua idade superior a 50 anos, os danos identificados e a falta de documentação original do projeto, as propostas de intervenção viáveis devem priorizar segurança, durabilidade e relação custo-benefício. Dessa forma, sugere-se:

Instalação de marcos de nivelamento e fissurômetros para monitorar continuamente as trincas e recalques e acompanhar sua evolução ao longo do tempo. A injeção de resina epóxi será utilizada para corrigir as fissuras mais críticas, principalmente nos pilares que mostraram fragilidade nos testes de esclerometria. Reforço localizado das fundações, por meio de microestacas ou underpinning, especialmente nas regiões onde se notaram recalques diferenciais ou resistência do solo insuficiente. O tratamento de áreas úmidas, que envolve drenagem e impermeabilização, visa diminuir a progressão da carbonatação e a corrosão das armaduras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas evidências patológicas observadas na edificação, como manchas de umidade, fissuras, deslocamento de revestimentos, recalques, carbonatação de pilares e resistência à compressão abaixo do mínimo normativo, associadas às informações geotécnicas do solo, é possível afirmar que a estrutura apresenta um desempenho significativamente comprometido, com problemas que afetam tanto a superestrutura quanto o comportamento do solo de fundação.

A presença de manchas de umidade e deslocamentos de revestimento sugere que há infiltração contínua, provavelmente devido a problemas de impermeabilização, falta de manutenção preventiva e exposição prolongada a agentes agressivos. Essas infiltrações aceleram a deterioração dos materiais e favorecem a carbonatação do concreto, que reduz a alcalinidade, permite a corrosão da armadura e enfraquece os elementos estruturais. As fissuras e os recalques observados indicam que algumas das patologias podem estar ligadas a movimentações diferenciais da fundação, o que pode afetar o comportamento global do edifício.

Apesar de o perfil geotécnico indicar uma estratigrafia relativamente uniforme, com uma fina camada superficial de solo orgânico seguida por silte arenoso com pedregulhos e uma camada de solo siltoso de alteração de rocha, essa composição, embora homogênea, apresenta baixa permeabilidade. Essa característica contribui para o acúmulo de água ao redor das fundações. Essas condições podem causar variações no volume ou diminuição da resistência ao longo do tempo, contribuindo para os recalques observados.

A ausência de nível d'água até a profundidade analisada indica, a princípio, uma condição propícia para a realização de fundações rasas. No entanto, a baixa permeabilidade do solo, combinada com possíveis falhas no sistema de drenagem superficial e na gestão adequada das águas pluviais, pode ter causado processos de saturação localizados. Isso pode ter levado a recalques diferenciais e agravado as manifestações patológicas estruturais. A constatação de que alguns pilares têm resistência à compressão inferior ao mínimo exigido pelas normas atuais, aliada à presença de carbonatação, confirma que a estrutura está em um estado crítico de durabilidade e segurança. Essa redução de desempenho pode ser consequência de

processos de deterioração ao longo do tempo ou de falhas na construção ou no controle tecnológico durante a execução.

Com base nas evidências apresentadas, conclui-se que a edificação sofre de comprometimento estrutural significativo, resultante da interação entre problemas patológicos e condições do solo. Portanto, é essencial implementar intervenções corretivas estruturais, fortalecer elementos críticos, revisar o sistema de drenagem, tratar infiltrações e estabelecer um plano de manutenção contínua. Também é recomendada a verificação regular dos recalques e do progresso das fissuras, assegurando a segurança e estendendo a durabilidade da construção, em conformidade com as exigências da NBR 15575.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, nov. 1980. Errata 1, abr. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto: procedimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122:2019 – Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7250:1982 – Identificação e descrição de amostras de solo obtidas em sondagem de simples reconhecimento dos solos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7584:2012 – Concreto endurecido: determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:2021 – Edificações habitacionais: desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

SOUZA-FILHO, E. B. de; MIRANDA, H. O.; GOMES DE SOUZA, J. A. **Patologias da construção civil**. Faculdade AGES, 2022.

TAMBARA JÚNIOR, Luis Urbano Durlo; BARRAZA, Madeleing Taborda. **Patologia das construções**. 1. ed. Indaial: UNIASSELVI, 2021.

TEIXEIRA, A. H. **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: Pini, 1996.

LIMA, Mikael Rodrigues de. **Avaliação de manifestação patológica em uma edificação pública: estudo de caso**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2024.

ADRELIT. **Patologias em revestimentos: destacamentos e descolamentos**. 2018.

Disponível em: <https://adrelit.com.br>. Acesso em: 29 nov. 2025.

CIVILIZAÇÃO ENGENHARIA. **Patologias nas construções: causas e soluções**. 2018.

Disponível em: <https://civilizacaoengenharia.com>. Acesso em: 29 nov. 2025.

SOTANA, C.; COLOMBO, A.; OLIVEIRA, R. **Patologias em edificações: infiltrações, fissuras e manifestações correlatas**. 2012.

Disponível em: <https://www.unicesumar.edu.br/meio-academico>. Acesso em: 29 nov. 2025.

NOAL, R. **Patologias em paredes de alvenaria: estudo de casos e classificação**. 2016.

Disponível em: <https://noal.com.br>. Acesso em: 29 nov. 2025.

HELENE, P. R. L. **Corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo: PINI, 1993.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

ANEXO A - ENSAIO DE PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Imagem: Tabela resumo dos testes executados

Furo	Data de Execução	Profundidade Executada(m)	Taxa de Percolação (min/m)	Taxa máxima de aplicação diária m³/m².d
ENS-01	04/09/2025	0,35	2000	0,028
ENS-02	04/09/2025	0,30	2500	0,025
ENS-03	04/09/2025	0,30	1833	0,029

Fonte: ASD GEO Engenharia (2025)

ANEXO B - TABELAS DE RESULTADOS DO ENSAIO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO (SPT)

Imagem: Tabela da localização das sondagens executadas

COORDENADAS UTM – SIRGAS 2000 – ZONA 24 M			
Sondagem	N	E	COTA
SP-01	9424587.94	685257.61	12,00
SP-01A	9424587.94	685259.61	12,00
SP-01B	9424589.94	685257.61	12,00
SP-02	9424575.05	685250.80	12,00
SP-02A	9424575.05	685252.80	12,00
SP-02B	9424577.05	685250.80	12,00
SP-03	9424587.66	685247.75	11,00
SP-03A	9424587.66	685249.75	11,00
SP-03B	9424589.66	685247.75	11,00

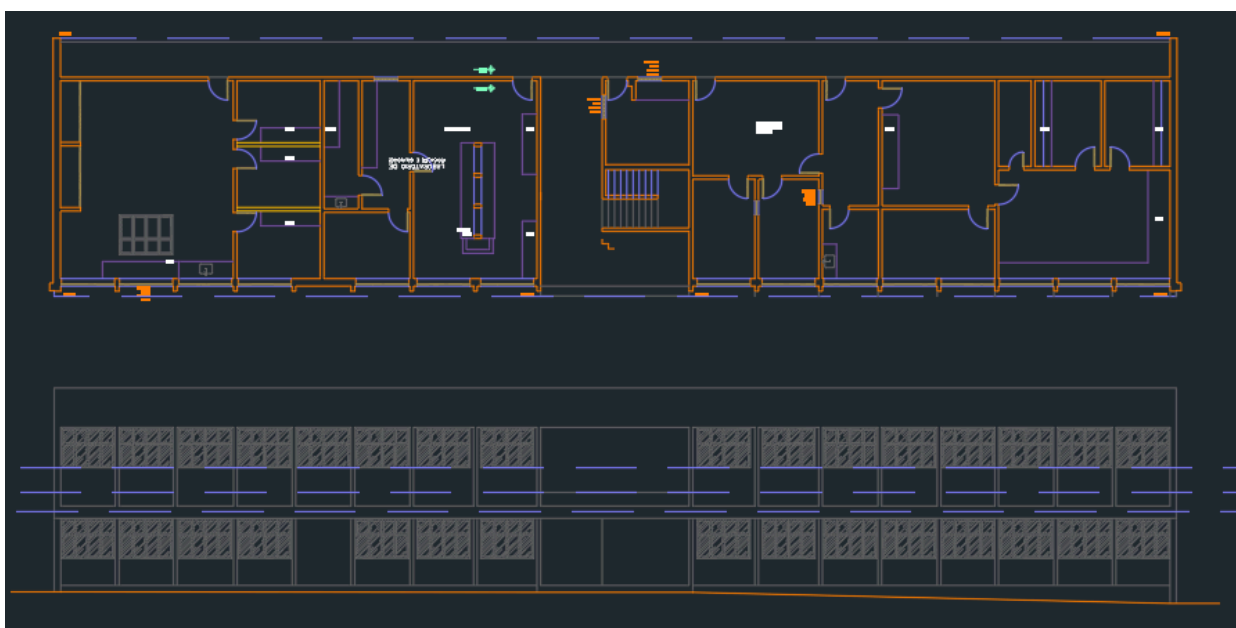
Obs: As cotas apresentadas são referentes a levantamento planialtimétrico utilizando-se GPS portátil e/ou software Google Earth.

Fonte: ASD GEO Engenharia (2025)

Imagem: Tabela das características das sondagens executadas

EXECUÇÃO DAS SONDAGENS			
Sondagem	Profundidade (m)	Nível D'água (m)	Critério de Paralisação
SP-01	0,30	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-01A	0,33	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-01B	0,35	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-02	0,30	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-02A	0,35	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-02B	0,30	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-03	0,35	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-03A	0,35	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
SP-03B	0,33	Seco	Conforme NBR 6484, item 5.2.4.7
Total	2,96		

Fonte: ASD GEO Engenharia (2025)

ANEXO C - PLANTA BAIXA DO BLOCO DE ENGENHARIAS

Fonte: SIN UFERSA (2021)

Neste anexo é apresentada a planta baixa fornecida pela Superintendência de Infraestrutura (SIN), utilizada como base para identificação dos ambientes, delimitação das áreas e localização dos elementos estruturais do bloco estudado.