

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS**

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ARTHUR DE LIMA MARTINS DEBIASI

**ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS DE UMA EDIFICAÇÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO
*STEEL PANEL.***

FLORIANÓPOLIS, 2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS**

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS DE UMA EDIFICAÇÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO
*STEEL PANEL.***

ARTHUR DE LIMA MARTINS DEBIASI

**Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.**

Orientador:

Prof. Lee Elvis Siqueira de Oliveira, Mestre

FLORIANÓPOLIS, 2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Debiasi, Arthur L.M.

ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA EDIFICAÇÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO *STEEL PANEL*. /

Arthur de Lima Martins Debiasi; orientação de Lee Elvis Siqueira de Oliveira, Mestre.- Florianópolis, SC, 2025.

64 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Inclui Referências.

1.Construção Modular. 2.Manifestações Patológicas.

3.Construção Offsite.

I. Siqueira de Oliveira, Lee Elvis. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Construção Civil.

III. ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UMA EDIFICAÇÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO *STEEL PANEL*.

**ESTUDO DE CASO: DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS DE UMA EDIFICAÇÃO EM SISTEMA CONSTRUTIVO
*STEEL PANEL.***

ARTHUR DE LIMA MARTINS DEBIASI

Este trabalho foi considerado apto para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sendo aprovado em sua versão final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianopolis, 28 de Julho, 2025.

Banca Examinadora:

**Prof. Lee Elvis Siqueira de Oliveira. Me
Orientador**

Prof. Andrea Murillo Betioli

Prof. Alexandre Lima de Oliveira

**Dedico este trabalho
ao meu pai, fonte de toda a inspiração;
à minha mãe, fonte de toda a sabedoria;
à minha esposa, fonte de todo o amor;
e ao meu filho, fonte de toda a motivação.**

AGRADECIMENTOS

Sou imensamente grato, primeiramente a Deus, por ser a fé que me sustentou nos momentos em que me senti desacreditado.

Aos meus familiares e amigos, pela compreensão diante das ausências em nascimentos, velórios e encontros, enquanto eu me dedicava a este curso.

Ao professor LEE ELVIS SIQUEIRA DE OLIVEIRA, por aceitar o desafio de me orientar e pelas sugestões e correções essenciais ao aprimoramento deste trabalho.

Aos professores membros da banca, ANDREA MURILLO BETIOLI e ALEXANDRE LIMA DE OLIVEIRA, pelas valiosas contribuições que enriqueceram esta pesquisa.

Aos colegas de curso, especialmente ao LUCAS, pela parceria constante, pelo apoio nas dúvidas e por dividir comigo alegrias e preocupações ao longo da jornada.

A cada professor, pelo conhecimento transmitido e pelas experiências práticas compartilhadas durante as aulas.

Aos meus companheiros de trabalho, pela oportunidade e pelo aprendizado.

Ao IFSC, pelo ensino gratuito e de qualidade, e por ter proporcionado um ambiente de crescimento acadêmico e pessoal.

Serei eternamente grato a todos que fizeram parte dessa conquista e contribuíram para que eu me tornasse Bacharel em Engenharia Civil.

**O insucesso é apenas uma oportunidade
para recomeçar com mais inteligência.**

Henry Ford

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta um estudo de caso sobre o diagnóstico das condições construtivas de uma edificação de *Steel Panel*. O objetivo principal é diagnosticar as manifestações patológicas comuns em edificações construídas com esse sistema construtivo, com foco nas causas que comprometem sua funcionalidade e durabilidade ao longo do tempo. A pesquisa investiga os tipos de falhas estruturais, de acabamento e de desempenho que ocorrem nesse tipo de construção, analisando os impactos desses problemas na manutenção e na eficiência operacional da edificação. Além de documentar as principais manifestações patológicas encontradas, o estudo buscou contribuir para a expansão do conhecimento sobre construções com tecnologias pré-industrializadas. Os resultados evidenciam que a maior parte das anomalias é do tipo endógena, exigindo maior rigor na fiscalização para evitar falhas. Apesar disso, constatou-se que, considerando a dimensão e a complexidade da obra, o número de manifestações patológicas registradas foi relativamente baixo, reforçando a viabilidade do sistema *Steel Panel* para edificações de grande porte.

Palavras-chave: Construção Modular, Manifestações Patológicas, Construção Offsite.

ABSTRACT

This paper presents a case study on the diagnosis of the construction conditions of a Steel Panel building. The main objective is to identify common pathological manifestations in buildings constructed with this system, focusing on the causes that compromise their functionality and long-term durability. The research examines the types of structural, finishing, and performance failures that frequently occur in this type of construction, analyzing the impacts of these issues on maintenance and the operational efficiency of the building. In addition to documenting the main pathological manifestations observed, the study aims to contribute to the expansion of knowledge about pre-industrialized construction technologies, providing a consistent basis for discussion and understanding of these challenges in the Brazilian context. The results indicate that most anomalies are of endogenous origin, reinforcing the need for stricter supervision during execution to prevent failures. However, considering the size and complexity of the building, the number of pathological manifestations identified was relatively low, highlighting the viability and quality of the Steel Panel system for large-scale constructions.

Keywords: Modular Construction, Pathological Manifestations, Offsite Construction.

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Fachada Frontal da Edificação (foto tratada).	32
Foto 2 - Corredor da Unidade de Ensino da Edificação.	33
Foto 3 - Pátio da Edificação.	33
Foto 4 - Execução da Edificação, Painéis.	38
Foto 5 - Execução da Edificação, Pátio.	39
Foto 6 - Execução da Edificação, Aberturas.	40
Foto 7 - Execução da Edificação, Esquadrias.	41
Foto 8 - Fissura na Abertura do Pannel.	44
Foto 9 - Descolamento do Acabamento.	45
Foto 10 - Deformação na Extremidade de Placa Cimentícia.	46
Foto 11 - Rachaduras ao Redor dos Pontos de Fixação (1).	47
Foto 12 - Rachaduras ao Redor dos Pontos de Fixação (2).	47
Foto 13 - Trinca Vertical de Placa Cimentícia (1).	48
Foto 14 - Trinca Vertical de Placa Cimentícia (2).	48
Foto 15 - Trinca Horizontal de Placa Cimentícia.	49
Foto 16 - Fissura em Encontro de Paredes (1).	50
Foto 17 - Fissura em Encontro de Paredes (2).	50
Foto 18 - Fissura em Encontro de Paredes (3).	51
Foto 19 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (1)	52
Foto 20 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (2).	52

Foto 21 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (3).	52
Foto 22 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (4).	53
Foto 23 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (5).	53
Foto 24 - Dano em Placa de Gesso Acartonado.	54
Foto 25 - Trinca Vertical em Placa de Gesso Acartonado (1).	55
Foto 26 - Trinca Vertical em Placa de Gesso Acartonado (2).	55
Foto 27- Descoloração na Pintura de Chapas Cimentícias (1).	56
Foto 28 - Descoloração na Pintura de Chapas Cimentícias (2).	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação Linha do Tempo.	23
Figura 2 - Representação de elementos Bidimensionais e Tridimensionais em Construção Modular.	28
Figura 3 - Localização do Terreno da Edificação.	32
Figura 4 - Croqui Representativo da Edificação com Localização das Manifestações Patológicas.	37
Figura 5 - Projeto de Construção Modular em <i>Steel Panel</i> .	42
Figura 6 - Painéis de Aço.	43
Figura 7 - Composição Interna e Externa dos Painéis.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aberturas de Painéis .	57
Tabela 2 - Fechamento Externo.	57
Tabela 3 - Fechamento Interno.	58
Tabela 4 - Pintura.	58
Tabela 5 - Quantidade Total de Origem das Patologias.	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NBR – Norma Brasileira Registrada

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	19
1.4 OBJETIVO GERAL	19
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	20
2.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL NACIONAL	24
2.2.1 Método Tradicional	24
2.2.2 Método Racionalizado	25
2.2.3 Método Industrializado	26
2.3 PARTICULARIDADES DO MÉTODO DE CONSTRUÇÃO MODULAR	28
2.3.1 Definições	28
2.4 INSPEÇÃO PREDIAL EM EDIFICAÇÕES	29
3 METODOLOGIA	30
3.1 OBJETO DE ESTUDO	30
3.1.1 Considerações Iniciais	30
3.1.2 Descrição da Edificação	31
3.2 ETAPAS DA INSPEÇÃO PREDIAL	33
3.3 VISITA, REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO	35
3.4.MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	36

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	37
4.1. TECNOLOGIA CONSTRUTIVA: <i>STEEL PANEL</i>	37
4.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ABERTURAS DE PAINÉIS	43
4.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FECHAMENTO EXTERNO	45
4.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FECHAMENTO INTERNO	49
4.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PINTURA	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
5.1 DADOS OBTIDOS	56
5.2 DISCUSSÃO E RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS	58
6 CONCLUSÃO	59
6.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	59
6.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO	60
REFERÊNCIAS	61

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho aborda o diagnóstico das condições construtivas de uma escola executada no sistema modular *Steel Panel*, localizada em Florianópolis, Santa Catarina. Com 3.430 m² e construída em apenas 42 dias, a edificação representa um marco na aplicação de métodos industrializados no Brasil, destacando-se pela agilidade e precisão do processo construtivo.

A tecnologia *Steel Panel* consiste em um sistema construtivo industrializado que utiliza painéis metálicos pré-fabricados para formar paredes estruturais. Esses painéis são produzidos em fábrica a partir de perfis leves de aço galvanizado conformados a frio, associados a chapas cimentícias para o fechamento externo e chapas de gesso para o fechamento interno. O processo de fabricação e montagem padronizado permite uma execução rápida, limpa e precisa, com peças numeradas e transportadas prontas para instalação no canteiro, minimizando resíduos e tempo de obra.

De acordo com a ABNT NBR 16747:2020 – Inspeção Predial – Diretrizes, Conceitos, Terminologia e Procedimentos, a inspeção deve avaliar o desempenho da edificação e identificar manifestações patológicas, classificando-as quanto à sua origem. A norma define três categorias principais: anomalias endógenas, decorrentes de falhas internas ao processo construtivo; exógenas, provocadas por agentes externos; e funcionais, relacionadas à perda de desempenho ao longo do tempo. Essa classificação é essencial para compreender as causas e planejar ações corretivas eficazes.

Este estudo adota as diretrizes da NBR 16747 para diagnosticar as manifestações patológicas na edificação em *Steel Panel*, permitindo avaliar se as anomalias decorrem de erros de projeto, execução, manutenção ou fatores externos. Além de contribuir para a literatura técnica sobre construções modulares, a pesquisa reforça a importância de inspeções sistemáticas baseadas em normas técnicas para garantir segurança, durabilidade e funcionalidade das edificações.

1.2. JUSTIFICATIVA

A escolha do tema foi motivada pela relevância crescente do método construtivo modular, em especial de *Steel Panel*, no cenário brasileiro e pela necessidade de consolidar o conhecimento técnico e acadêmico sobre o assunto. A construção modular, embora amplamente reconhecida em outros países, ainda é uma técnica emergente no Brasil, com aplicação limitada e segundo Silveira (2021) sub explorada na literatura acadêmica. Esse cenário evidencia lacunas significativas que precisam ser preenchidas para garantir o desenvolvimento sustentável e eficiente dessa tecnologia.

O sistema *Steel Panel*, em particular, oferece vantagens notáveis, como rapidez na execução, precisão no acabamento e redução de desperdício de materiais. Contudo, o uso contínuo e ininterrupto dessas estruturas requer estudos detalhados sobre sua durabilidade, eficiência e possíveis manifestações patológicas. A execução de projetos como a edificação analisada, em Florianópolis, construída em tempo recorde, ilustra a eficiência do método e ressalta a urgência de explorar seu potencial e limitações de forma mais sistemática.

Além disso, o crescimento de *Construtech's* e o avanço da construção modular no estado de Santa Catarina reforçam a importância de conectar a academia com as demandas práticas do mercado. A ausência de estudos detalhados sobre construções modulares e construções industrializadas, especialmente no contexto brasileiro, torna imprescindível a investigação e a identificação de problemas recorrentes nesse tipo de estrutura.

Este trabalho busca contribuir para a evolução do setor da construção civil ao propor uma análise das condições construtivas de uma edificação feita em *Steel Panel*. Dessa forma, a pesquisa é justificada tanto pela necessidade de avanços acadêmicos quanto pela relevância prática para o mercado e para a sociedade.

1.3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A construção em *Steel Panel*, apresenta-se como uma solução inovadora para atender às demandas sociais, promovendo agilidade na execução e redução do desperdício de materiais. No entanto, essa técnica ainda é relativamente nova no

Brasil e carece de estudos que avaliem de forma sistemática seu comportamento e a presença de manifestações patológicas ao longo do tempo.

Embora as edificações construídas em *Steel Panel* possuam vantagens significativas, como a rapidez na montagem e a precisão no acabamento, questões relacionadas à durabilidade e manutenção dessas estruturas permanecem insuficientemente exploradas. Sem uma compreensão detalhada das possíveis falhas ou desgastes que possam comprometer a funcionalidade dessas construções.

Assim, o problema central deste estudo reside na necessidade de avaliar as condições construtivas e diagnosticar eventuais manifestações patológicas em uma edificação de *Steel Panel*.

1.4. OBJETIVO GERAL

Diagnosticar uma edificação construída em *Steel Panel*, identificando as manifestações patológicas associadas a esse sistema construtivo. Além disso, visa contribuir para o avanço do conhecimento sobre construções em *Steel Panel*, ampliando a literatura disponível e promovendo melhorias na funcionalidade, segurança e eficiência dessas estruturas.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar as manifestações patológicas de acordo com sua origem, identificando anomalias endógenas, exógenas e funcionais, conforme as diretrizes da ABNT NBR 16747:2020.
- Registrar e documentar as ocorrências por meio de inspeção predial, levantamento fotográfico e croqui representativo, assegurando a rastreabilidade dos danos identificados na edificação.
- Analisar as causas prováveis das manifestações patológicas observadas, relacionando ao método construtivo *Steel Panel*, ao uso da edificação e às condições de construção.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

Segundo Silveira (2021), o histórico da construção civil no Brasil é marcado por um estilo de construção essencialmente artesanal, utilizando blocos e estrutura de concreto armado, desta forma, um dos períodos que mais impulsionaram a indústria da construção foi a construção de Brasília entre 1957 e 1960. Durante esse tempo, houve um notável avanço na indústria, evidenciado pela grande quantidade de novos edifícios erguidos e pelo crescimento populacional na região central do Brasil.

De acordo com Spadeto (2011), entre 1962 e 1974, o Brasil experimentou um rápido crescimento econômico conhecido como o “Milagre Econômico”, evidenciado pelo significativo avanço do PIB (Produto Interno Bruto). Entretanto, a partir de 1973, a economia do país foi impactada pela crise do petróleo, marcada pelo aumento dos preços externos. Esse impacto foi agravado pelo fato de o Brasil importar grande parte dos recursos energéticos que consumia, resultando em desafios econômicos consideráveis. Entre 1973 e 1979, os efeitos dessas adversidades começaram a ser sentidos, com a estagnação econômica e a explosão inflacionária, levando o setor da construção civil a entrar em recessão e agravando ainda mais a situação econômica do país.

Conforme Mello (1997) que mesmo com as dificuldades enfrentadas no âmbito econômico nacional, o governo tentou manter o ritmo de obras dos anos anteriores, resultando em altas taxas de juros e um aumento da dívida externa. Com a crise econômica, as empresas começaram a buscar soluções tecnológicas para aumentar a produtividade do setor.

Mello (1997) expõe ainda que, a partir do fim da década de 1980, o setor da construção civil foi marcado por tentativas voltadas para a racionalização da construção, um conjunto de práticas que, ao serem aplicadas ao processo tradicional de construção, podem reduzir o desperdício de tempo e materiais, impactando diretamente no lucro. Essas práticas incluem a padronização de componentes, a

utilização de técnicas de construção mais eficientes e a adoção de tecnologias inovadoras.

Algumas dessas adaptações foram bem aceitas pelo setor, pois não demandam elevado investimento inicial ou um alto grau de especificidade na execução, facilitando sua implementação em larga escala (CBIC, 2016). Dentro desses esforços de pesquisa, o Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo (IPT) catalogou diversas soluções com objetivo de oficializar e divulgar opções de métodos construtivos. Além de técnicas de racionalização para sistemas artesanais de construção, foram catalogados novos métodos baseados em pré-fabricação, destinados a atender às demandas do setor (ABDI, 2016).

Segundo Silveira (2021) Esse período é considerado o dos estudos de métodos mais industrializados e sistematizados, além da forma tradicional e artesanal de construção.

Com esse novo panorama, de acordo com Spadetto (2011), a recuperação do setor da construção civil no Brasil foi um processo gradual, marcado por uma série de políticas econômicas e reformas estruturais que buscaram estabilizar a economia e fomentar o crescimento. Durante esse período, diversos planos econômicos foram implementados no Brasil com o objetivo de estabilizar a economia e controlar a inflação. A estabilização da inflação levou a uma reestruturação no setor imobiliário e na construção civil. Contudo, o aumento da linha de crédito para investimento e comercialização no setor não foi suficientemente atrativo, o que resultou em um cenário pouco favorável para as empresas (SINDUSCON-MG, 2012).

A partir de 2004, o setor começou a experimentar impactos positivos decorrentes de medidas que melhoraram as condições de compra para a população, como o aumento dos empregos formais, expansão do crédito e maior previsibilidade econômica (SINDUSCON-MG, 2012). Fernandes (2022) destaca que em 2009, o Governo Federal lançou o PAC e o Programa Minha Casa Minha Vida. Estes programas tiveram um efeito significativo no setor, estimulando empresas e a demanda por insumos para futuras construções.

Contudo, devido às mudanças no panorama econômico, especialmente influenciadas por fatores internacionais e políticos, a construção civil enfrentou uma

fase de retração. Segundo um estudo de Falcão (2020), o PIB da construção civil registrou queda de 2014 a 2018, trazendo novamente um período de desinteresse e incerteza sobre o setor da construção civil.

Dessa forma, conforme Fernandes (2022), uma nova abordagem tem assumido a responsabilidade de revitalizar o setor. As *startups* caracterizam uma fase no ciclo de vida das empresas, onde uma equipe multidisciplinar se dedica ao desenvolvimento de produtos ou serviços inovadores com base tecnológica. Esses empreendimentos se destacam por seus modelos de negócios, projetados para serem facilmente replicáveis e escaláveis, sem aumento proporcional dos custos, promovendo a racionalização dos recursos e a maximização dos lucros.

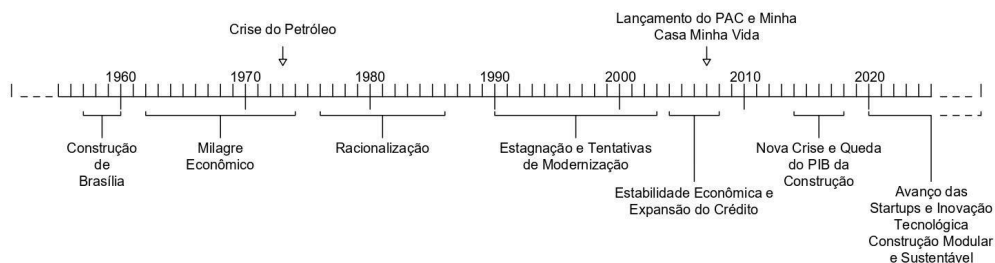
Sabbatini (1989) afirma que a racionalização da construção é um processo que visa otimizar recursos e adaptar-se à realidade local. Ele ressalta que é natural, dentro das oscilações econômicas do país, buscar novas técnicas que complementam os métodos de construção tradicionais, dado o impacto direto dessas oscilações sobre o setor da construção civil.

Dessa forma, de acordo com Silveira (2021), com o avanço da tecnologia, a indústria tem adquirido experiência e se expandido além do mercado habitacional. A construção modular tem se fortalecido nos setores de infraestrutura, educação, saúde, varejo e plantas industriais, principalmente porque é muito mais rápida de executar. Isso faz sentido, sobretudo, devido ao fator econômico que essas edificações proporcionam à sociedade.

Assim como percebido por Silveira (2022) a análise histórica revela que o modo de construir no Brasil é altamente influenciado pelas flutuações do mercado imobiliário e da economia. Essas influências vão além das variações nas relações de compra e venda ou nos níveis de interesse dos investidores, afetando também a aplicação de materiais, a contratação de serviços e todas as etapas da cadeia de produção. Apesar do crescente interesse em inovação, persistem diversos obstáculos que atrasam o desenvolvimento do setor e mantêm os preços de venda elevados para os consumidores. Entre esses desafios, destacam-se a burocracia excessiva, a escassez de mão de obra qualificada, e a volatilidade cambial que impacta o custo dos materiais importados. Além disso, o setor da construção civil

absorve fortemente as instabilidades econômicas, refletindo-as de maneira significativa em sua operação e no preço final dos imóveis.

Figura 1 - Representação Linha do Tempo.



Fonte: O Autor (2025).

2.2 MÉTODOS CONSTRUTIVOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL NACIONAL

De acordo com Santos (2009), os métodos construtivos podem ser classificados em três tipos com base no grau de industrialização: tradicionais, racionalizados e industrializados. O método tradicional é artesanal, com alta demanda de mão de obra, baixa mecanização, e alto desperdício de materiais e tempo. O método racionalizado adota técnicas organizacionais da indústria, focando em planejamento e controle para reduzir desperdícios e melhorar a produtividade, mas sem grandes mudanças estruturais. Já o método industrializado utiliza elementos produzidos em instalações fixas e técnicas industriais para produção, transporte e montagem.

2.2.1. Método Tradicional

Temoche-Esquivel et al. (2006) declaram que a indústria da construção civil brasileira possui características específicas em seu processo de produção e mercado, o que dificulta a aplicação de conceitos e procedimentos das modernas teorias de organização e gestão, comumente utilizadas nas indústrias de bens de consumo.

De acordo com Spadetto (2011), o setor nacional de construção civil apresenta uma qualidade inferior ao seu potencial devido às características

majoritariamente artesanais dessa indústria, que dificultam a aplicação de técnicas modernas de controle de qualidade.

Meseguer (1991) destaca características que dificultam a melhoria do sistema de produção artesanal e que, portanto, devem ser otimizadas para aprimorar o processo. Entre essas características, que também foram observadas por outros pares, pode-se mencionar a força de trabalho empregada nesse setor, que é, em geral, uma mão de obra desqualificada, ou seja, mais despreparada do que em outros setores industriais. Segundo Nascimento (2003), isso dificulta a implementação de novas tecnologias, resultando em uma indústria que, em termos de eficiência, produtividade e qualidade, fica aquém em comparação a outros setores.

Além disso, a construção civil brasileira atual é marcada por uma baixa precisão, o que, segundo Baptista (2009), se reflete em improvisações, adaptações, atrasos, descoordenação e desperdícios. Esses fatores evidenciam um setor que enfrenta sérias dificuldades em alcançar a excelência operacional, prejudicando o desempenho geral.

Outro aspecto relevante, conforme Oliveira (2008), é que os profissionais envolvidos na cadeia produtiva da construção civil possuem interesses, habilidades e níveis de conhecimento bastante diversos, o que acarreta problemas na comunicação. Essa diversidade dificulta a integração dos diferentes atores envolvidos no processo, gerando desentendimentos e ineficiências.

Por fim, Meseguer (1991) também destaca a característica nômade do setor, que opera em diversos locais e projetos, enfrentando interesses distintos. Isso dificulta a criação de um coeficiente comum para garantir a qualidade. Entre os participantes desse processo estão o projetista, o fabricante de materiais, o construtor e o empreiteiro, fatores que complicam a obtenção de um padrão uniforme de qualidade.

2.2.2. Método Racionalizado

Junqueira (2006) observa que a implantação de conceitos que racionalizaram a indústria, começam a ser notadas pelos gestores da construção civil, que por sua vez

começam a implementar metodologias para otimizar o desempenho em canteiro de obra. Contudo, a implementação dessa filosofia no setor da construção deve ser alvo de experimentações e estudos, buscando adaptá-la às características específicas que, em geral, representam desafios para a adoção de novas ferramentas técnicas e de gestão.

Bernardes (2003) observa que a utilização de metodologias gerenciais em canteiros de obras é realizada de maneira esparsa e fragmentada. Ele argumenta, entretanto, que essas iniciativas representam passos importantes para a disseminação da racionalização na construção civil.. No entanto, quando esses conceitos são implementados de forma integrada, o escopo de ação é ampliado, resultando em ganhos mais significativos.

De acordo com Picchi (2004), as implementações das metodologias observadas até agora no fluxo de obras também se focam principalmente na utilização isolada de ferramentas de gestão.

2.2.3. Método Industrializado

A industrialização pode ser associada a três procedimentos principais, conforme Blachère (1977). O primeiro é a mecanização, caracterizada pelo uso de máquinas para substituir o trabalho braçal, o que resulta em um aumento significativo na eficiência, precisão e velocidade de produção, além de reduzir o esforço físico dos trabalhadores. Em segundo lugar, a automação envolve a aplicação de tecnologia para realizar tarefas ou processos de forma automática, com pouca ou nenhuma intervenção humana. Isso inclui o uso de sistemas de controle, como computadores, robótica e inteligência artificial, para operar máquinas, controlar processos industriais, gerenciar dados e até tomar decisões. Por fim, a racionalização é o processo de reorganização e otimização de atividades, sistemas ou processos para torná-los mais eficientes, produtivos e eficazes. Envolve a análise crítica e simplificação de métodos de trabalho, eliminação de desperdícios, padronização de procedimentos e implementação de práticas que aumentem a produtividade e qualidade. O objetivo é maximizar o uso dos recursos disponíveis, reduzir custos e melhorar os resultados, aplicando princípios lógicos e científicos na organização do trabalho e na gestão de processos.

Segundo Rosa (2006), a industrialização da construção envolve a adoção dos mesmos métodos, critérios e abordagens usados na fabricação em massa de

produtos das indústrias de bens de capital ou de consumo, conforme estabelecido historicamente nesses setores.

Apresentando essas três frentes, de acordo com as conclusões de Horta (2021), a diferença entre os produtos de cada processo de fabricação resulta da tecnologia utilizada em sua criação. Assim, a produção industrializada é uma condição essencial para alcançar maior eficiência, tanto na redução de custos quanto no aumento da qualidade.

2.3. PARTICULARIDADES DO MÉTODO DE CONSTRUÇÃO MODULAR

2.3.1. Definições

Embora muitos dos termos possam se referir especificamente à indústria da construção modular, alguns conceitos pertinentes também são aplicáveis a todos os tipos de construção. Conforme documentos de normas técnicas (ABNT) e artigos revisados, observa-se as seguintes definições:

“Elemento: parte de um sistema com funções específicas. Geralmente é composto por um conjunto de componentes (por exemplo, parede de vedação de alvenaria, painel de vedação pré-fabricado, estrutura de cobertura).” (ABNT NBR 15575-1, pag.7)

“Componente: unidade integrante de determinado sistema da edificação, com forma definida e destinada a atender funções específicas (por exemplo, bloco de alvenaria, telha, folha de porta).” (ABNT NBR 15575-1, pag.6)

“Componente modular: componente construtivo cujas medidas de coordenação são modulares.” (ABNT NBR 15873, pag.1)

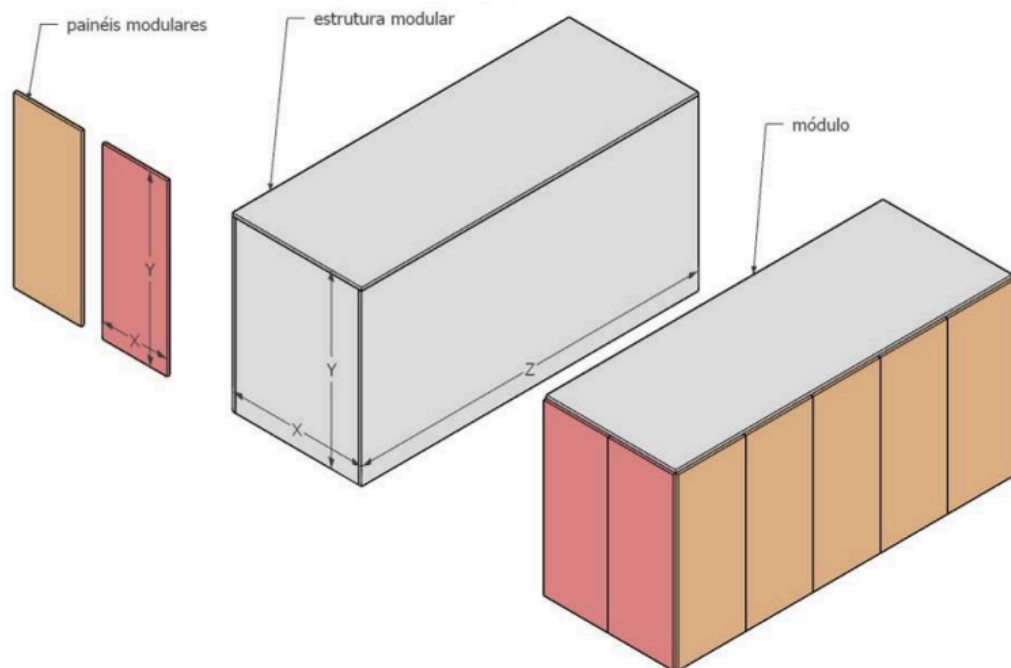
Construção Modular: De acordo com Silveira (2021) é o processo em que os módulos são fabricados em ambiente industrial, com rigorosos controles de qualidade, mas seguindo os mesmos códigos e padrões de construção aplicáveis aos métodos tradicionais de engenharia civil. Esse método envolve a produção de módulos, que são transportados para o canteiro de obras e montados em conjunto para formar a estrutura final. A crescente popularidade da construção modular se

deve principalmente à sua capacidade de proporcionar uma conclusão mais rápida, bem como vantagens em termos de economia e eficiência.

Ainda conforme Bertram (2019), existem dois principais tipos de produtos modulares: elementos semelhantes a painéis, que possuem uma dimensão muito menor em relação às outras duas, sendo denominados módulos “2D”, como caixilhos, painéis de vedação, divisórias, pisos etc.; e unidades volumétricas 3D, que são volumes pré-fabricados e podem ser constituídos por módulos 2D. Os módulos 3D criam um espaço utilizável fechado e podem se conectar a outras estruturas 3D para formar edificações.

Na ilustração de Silveira (2021) estão representados os elementos bidimensionais e tridimensionais. Os painéis, posicionados à esquerda da imagem, podem ser empilhados e transportados com mais facilidade tanto no local de fabricação quanto no canteiro de obras, se necessário. Esses painéis são frequentemente utilizados para fechamento interno e externo, tanto horizontal quanto vertical. A estrutura modular, que oferece suporte, deve ser integrada aos componentes bidimensionais para formar um módulo tridimensional, conforme mostrado à direita da ilustração. Esses componentes podem trabalhar em conjunto, formando um sistema como demonstrado na imagem, ou os painéis modulares podem ser usados de maneira independente, realizando funções estruturais na construção de uma edificação.

Figura 2 - Representação de elementos Bidimensionais e Tridimensionais em Construção Modular.



Fonte: Silveira (2021).

A construção modular, ainda na descrição de Silveira (2021) pode ser compreendida como um método industrializado, no qual módulos padronizados em duas ou três dimensões são fabricados em ambiente controlado e posteriormente transportados prontos para o local da obra, onde são montados e acoplados para formar a edificação.

A partir da definição apresentada por Silveira (2021), considera-se que a escola em estudo configura-se como uma construção modular, uma vez que empregou a tecnologia de módulos 2D tanto para o fechamento quanto para a estrutura da edificação. Essa abordagem evidencia o uso de componentes pré-fabricados em ambiente controlado, que foram posteriormente transportados e montados no local da obra, caracterizando o sistema construtivo modular industrializado adotado no projeto.

Modularidade: O conceito de modularidade está se tornando cada vez mais comum na construção civil. Na pré-fabricação, a modularidade engloba diversas abordagens e sistemas, sendo aplicável a todos os elementos de uma construção,

como vedações, revestimentos, entre outros. Segundo Silveira (2021) seu principal objetivo é otimizar todas as etapas do processo e reduzir a chance de erros.

Construção Off-site: A técnica de construção fora do canteiro, envolve a produção de componentes para a construção civil em locais distintos do canteiro de obras. Esses componentes são posteriormente transportados para o local de construção e montados. De acordo com Rodrigues (2021) a industrialização ocorre em diferentes níveis e as atividades são categorizadas de acordo com o grau de industrialização.

Pré-fabricação off-site: Segundo Silveira (2021) é um método de construção onde os componentes com medidas previamente definidas são fabricados fora do local de construção. Esses componentes são então transportados para o terreno e montados para formar o produto final. A produção das partes ocorre em uma fábrica, o que visa otimizar o tempo de trabalho. O tipo de componente varia de acordo com o tamanho do produto final e a complexidade de cada peça.

2.4. INSPEÇÃO PREDIAL EM EDIFICAÇÕES

A inspeção predial é definida como um processo sistemático de avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos. Essa análise é realizada de forma sistêmica e predominantemente sensorial, ou seja, baseada na observação direta e sem a execução de ensaios destrutivos, considerando as exigências dos usuários e os requisitos de segurança, habitabilidade e durabilidade .

De acordo com IBAPE (2021), essa ferramenta é essencial para a gestão da edificação, pois permite o acompanhamento do seu comportamento ao longo da vida útil, prevenindo a ocorrência de falhas que possam comprometer a funcionalidade e a segurança da construção. Ainda segundo a norma, a inspeção predial não tem caráter pericial, ou seja, não visa determinar responsabilidades técnicas ou instruir processos judiciais, mas sim fornecer informações para subsidiar planos de manutenção e investimentos patrimoniais.

Complementando, Gomide (2020) destaca que o principal objetivo do diagnóstico de uma edificação é identificar irregularidades que possam comprometer sua durabilidade e funcionalidade, resultando em um relatório que estabelece as providências necessárias e define responsabilidades pela manutenção do patrimônio. Esse documento é fundamental para apoiar os gestores na tomada de decisões estratégicas relacionadas à conservação e à gestão da edificação.

3. METODOLOGIA

3.1. OBJETO DE ESTUDO

3.1.1. Considerações Iniciais e Contextualização

O estudo em questão se insere em um contexto de emergência educacional em Florianópolis, em resposta à crescente demanda por vagas no ensino fundamental, especialmente no Norte da Ilha. De acordo com Formighieri (2024) em 2023, cerca de 400 crianças estavam fora da escola devido à escassez de vagas, o que gerou uma ação civil pública movida pelo Ministério Público de Santa Catarina. Diante dessa situação crítica, a Secretaria Municipal de Educação enfrentou desafios para garantir o acesso imediato a vagas e ao transporte escolar adequado, uma vez que as distâncias entre as residências dos alunos e as escolas eram um obstáculo significativo.

Ainda de acordo com Formighieri (2024) para atender a essa demanda, uma solução emergencial foi adotada: a construção de uma nova escola. Considerando a falta de imóveis para locação na região e a incapacidade de ampliar as unidades existentes, a única alternativa viável foi a construção rápida e modular. O terreno da Prefeitura, disponível na região, foi utilizado para viabilizar o projeto. Em 31 de janeiro de 2023, foi iniciada a mobilização de recursos, totalizando aproximadamente 17 milhões de reais. A obra foi contratada sem licitação, e a empresa vencedora foi escolhida com base em uma pesquisa de mercado, com a exigência de uma área mínima construída de 2.000 m² e a conclusão da obra em um prazo máximo de 90 dias. O contrato foi assinado em 9 de fevereiro de 2023, e o projeto técnico da equipe da Secretaria Municipal de Educação foi ajustado em parceria com a empresa responsável pela execução.

Figura 3 - Localização do Terreno da Edificação.



Fonte: Google Earth (2024).

Esse processo emergencial visou não apenas garantir a vaga para as crianças fora da escola, mas também oferecer uma solução rápida e eficiente para o problema da falta de infraestrutura educacional na região.

3.1.2. Descrição da Edificação

Este estudo foi realizado em duas edificações públicas. A primeira é uma unidade de ensino com área aproximada de 2.790 m², composta por 22 salas de aula, 12 salas administrativas destinadas ao apoio dos colaboradores da escola e quatro banheiros.

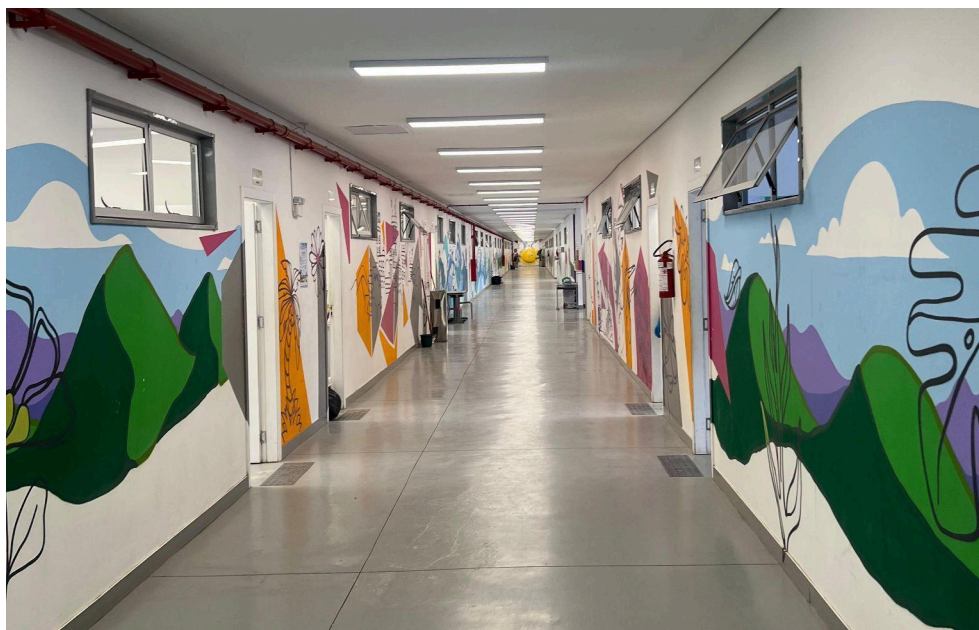
Foto 1 - Fachada Frontal da Edificação (foto tratada).



Fonte: O Autor (2024).

A segunda edificação é a cantina, com área de cerca de 640 m², que inclui um salão para refeições, cozinha, três salas administrativas de apoio aos funcionários do refeitório, quatro depósitos para armazenamento de materiais e dois banheiros.

Foto 2 - Corredor da Unidade de Ensino da Edificação.



Fonte:O Autor (2024).

Foto 3 - Pátio da Edificação.



Fonte:O Autor (2024).

3.2. ETAPAS DA INSPEÇÃO PREDIAL

Segundo a ABNT NBR 16747 (2020), a inspeção predial deve seguir uma metodologia padronizada, composta pelas seguintes etapas:

Avaliação dos documentos fornecidos: verificando se há conformidade com normas técnicas, legislação e manuais da edificação.

Vistoria: é uma etapa predominantemente sensorial, planejada com base nas informações e documentos analisados. Ela tem como objetivo constatar anomalias e falhas visíveis nos sistemas construtivos, considerando a complexidade da edificação, idade dos elementos, agentes de degradação e histórico de manutenção (IBAPE, 2021).

Classificação das Anomalias e Falhas: conforme preconiza a ABNT NBR 16747 (2020). Essa classificação é essencial para compreender as causas das manifestações patológicas e propor soluções adequadas.

Devido às limitações deste estudo, as etapas propostas pela ABNT NBR 16747 (2020) foram adaptadas para atender às condições específicas da pesquisa. A análise documental foi restrita, uma vez que não foi possível obter todos os projetos e registros técnicos completos da edificação. A vistoria priorizou a inspeção visual detalhada, sem medições avançadas, em função do acesso limitado. Além disso, a classificação das anomalias concentrou-se em agrupar as ocorrências em três categorias principais — endógenas, exógenas e funcionais — de modo a simplificar a análise e facilitar a sua correlação. Essas modificações, no entanto, não comprometeram a confiabilidade dos resultados, pois preservaram o rigor metodológico necessário para o diagnóstico das manifestações patológicas.

3.3. VISITA, REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICO E INSPEÇÃO.

A visita à edificação para a realização do diagnóstico ocorreu no dia 5 de dezembro de 2024, através de uma inspeção predial.

Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual em todo o entorno da edificação, com o objetivo de identificar manifestações patológicas aparentes nos elementos construtivos. Esse procedimento consistiu na observação criteriosa das superfícies acessíveis, considerando aspectos como fissuras, descolamentos, deformações e outros sinais de degradação.

Na etapa seguinte, procedeu-se a uma nova inspeção visual, acompanhada do registro fotográfico sistemático das manifestações patológicas identificadas, possibilitando a documentação precisa das ocorrências. Foi elaborado um croqui da edificação com o intuito de mapear a localização exata dos danos observados, facilitando a catalogação e a posterior análise técnica.

Em paralelo às visitas técnicas, foi realizada uma pesquisa bibliográfica voltada à conceituação de patologia na construção civil e à compreensão das particularidades do sistema em painéis de aço modular, com foco nos elementos utilizados, como placas cimentícias, gesso acartonado e concreto polido. Essa fundamentação teórica forneceu subsídios para interpretar corretamente as manifestações patológicas observadas em campo.

Por fim, com base nas informações obtidas, procedeu-se à avaliação e diagnóstico das patologias identificadas, relacionando suas possíveis causas aos métodos construtivos adotados, ao uso da edificação e às condições de manutenção. As irregularidades encontradas foram classificadas quanto à sua origem, podendo ser: anomalias endógenas ou construtivas, associadas a falhas de projeto ou execução; anomalias exógenas, relacionadas a fatores externos; e anomalias funcionais, decorrentes do envelhecimento natural e término da vida útil.

3.4. MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE QUANTITATIVA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Será apresentada na seção destinada à análise de resultados, a quantificação das manifestações patológicas identificadas ao longo das inspeções realizadas. O principal objetivo desta etapa é consolidar um conjunto de dados que permita compreender a frequência e a natureza das falhas, contribuindo para um diagnóstico técnico mais preciso da edificação.

Para isso, as manifestações patológicas observadas serão classificadas conforme sua origem provável, agrupando-se nas seguintes categorias:

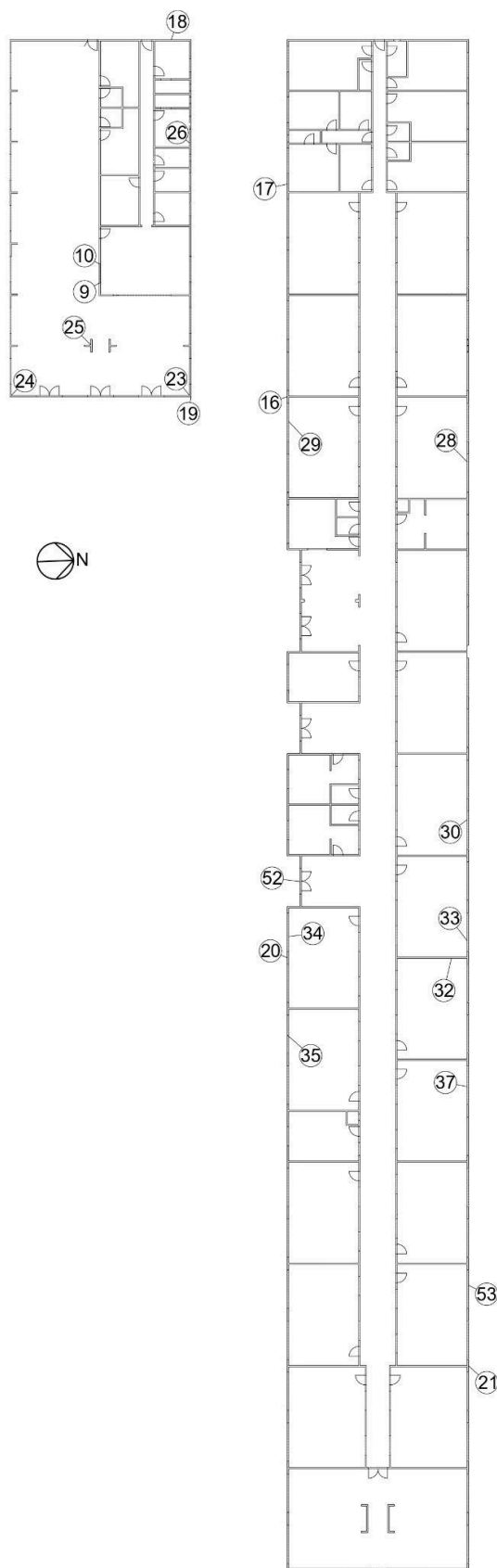
- Anomalias endógenas
- Anomalias exógenas
- Anomalias funcionais

Além disso, será indicada a modalidade construtiva relacionada à causa principal de cada falha, abrangendo os seguintes sistemas:

- Aberturas de Painéis
- Fechamento Externo
- Fechamento Interno
- Pintura

Essa abordagem visa oferecer uma visão objetiva e estruturada do estado atual da edificação, facilitando a tomada de decisões corretivas e preventivas.

Figura 4- Croqui Representativo da Edificação com Localização das Manifestações Patológicas.



Fonte: O Autor (2024).

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1. TECNOLOGIA CONSTRUTIVA: *STEEL PANEL*

A edificação analisada neste estudo foi executada por meio do método industrializado, utilizando o sistema *Steel Panel* como principal solução construtiva. Essa técnica se destaca pela rapidez de montagem, padronização dos elementos e redução de resíduos no canteiro de obras, sendo indicada para edificações que exigem agilidade e precisão na execução

Foto 4 - Execução da Edificação, Painéis.



Fonte: Prefeitura de Florianópolis (2023).

Conforme descrito pelo Documento de Avaliação Técnica emitido pelo IPT (2024), o sistema é baseado no uso de módulos metálicos pré-fabricados, compostos por perfis leves de aço galvanizado conformados a frio. Esses módulos são conectados por parafusos, formando painéis rígidos e autoportantes que garantem a estabilidade da edificação. O projeto desses módulos permite uma montagem eficiente e segura, resultando em uma estrutura robusta e estável.

Foto 5 - Execução da Edificação, Pátio.



Fonte: Prefeitura de Florianópolis (2023).

Esses painéis cumprem tanto a função estrutural quanto a função de vedação vertical, desempenhando papel essencial no isolamento térmico, acústico e na proteção contra umidade. Essa característica possibilita a execução de edificações leves, mas com desempenho estrutural adequado e compatível com as normas técnicas aplicáveis, atendendo aos requisitos de segurança e conforto estabelecidos pela ABNT NBR 15575-1:2013

Foto 6 - Execução da Edificação, Aberturas.



Fonte: Prefeitura de Florianópolis (2023).

Ainda de acordo com o Documento de Avaliação Técnica do IPT - SP (2024), graças ao processo industrializado, os painéis são fabricados em ambiente controlado e chegam ao canteiro de obras prontos para a instalação. Isso elimina a necessidade de etapas complexas no local, acelerando a execução e garantindo maior qualidade e precisão dimensional. A montagem segue um processo padronizado, que inclui a fixação da estrutura metálica, aplicação da barreira resistente à água e permeável ao vapor, instalação das chapas cimentícias na face externa e, por fim, das chapas de gesso para drywall na face interna

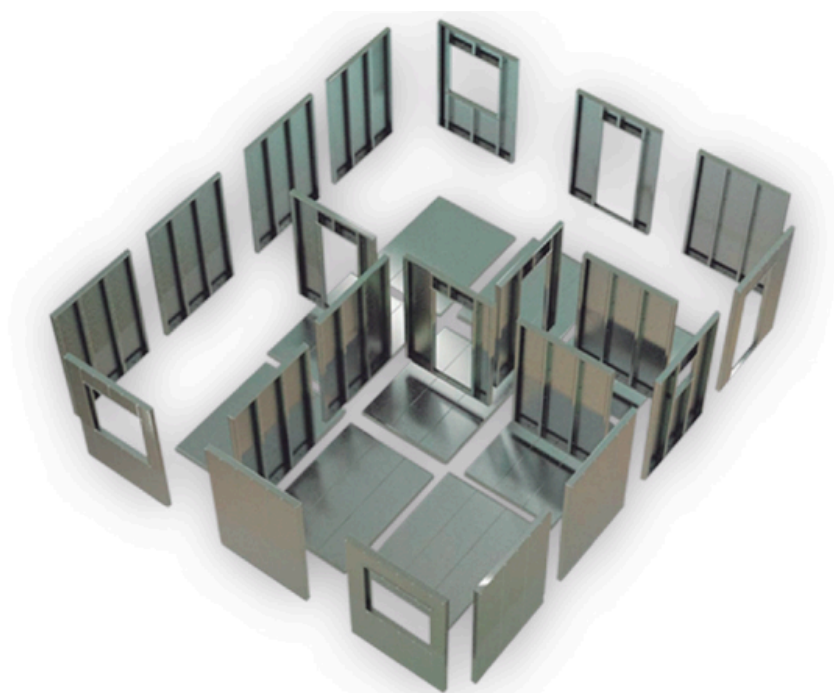
Foto 7 - Execução da Edificação, Esquadrias.



Fonte: Prefeitura de Florianópolis (2023).

O Documento de Avaliação Técnica do IPT - SP (2024) descreve que as paredes do sistema são compostas por diferentes camadas que variam conforme a exposição ao ambiente. Na face externa, utiliza-se uma barreira impermeável e permeável ao vapor d'água, revestida com chapas cimentícias de 10 mm, cujas juntas são vedadas por perfis de alumínio e selante, garantindo estanqueidade e durabilidade. Já na face interna, são aplicadas chapas de gesso para drywall, que podem ser simples ou duplas, dependendo da necessidade. Em áreas molhadas, utilizam-se chapas cimentícias ou drywall resistente à umidade (RU), atendendo aos requisitos de proteção contra a ação da água.

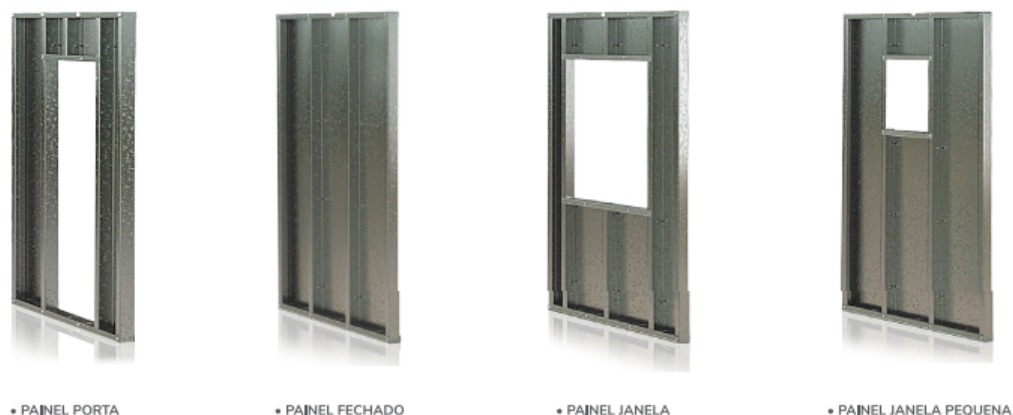
Figura 5 - Projeto de Construção Modular em Steel Panel.



Fonte: Catálogo Quick House (2021).

O interior do painel é preenchido com lã de vidro, que contribui para o isolamento térmico e acústico, além de melhorar a segurança contra incêndio. Essa composição em múltiplas camadas, conforme descrito no Documento de Avaliação Técnica IPT - SP (2024), permite que o sistema apresenta desempenho adequado em termos de resistência mecânica, conforto ambiental e durabilidade. A vedação é complementada por detalhes construtivos, como o uso de mantas impermeabilizantes nas interfaces entre parede e fundação, e soluções específicas para áreas molhadas, garantindo estanqueidade e prevenção contra infiltrações.

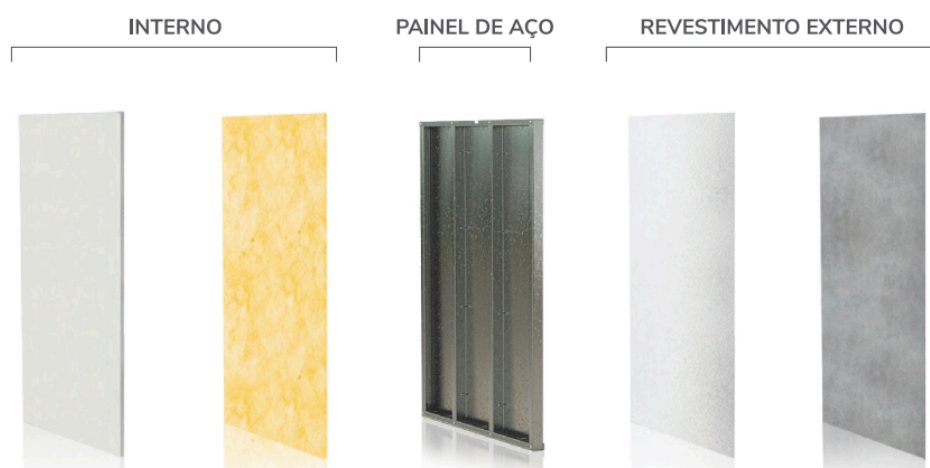
Figura 6 - Painéis de Aço.



Fonte: Catálogo Quick House (2021).

Outro ponto relevante é a forma como os módulos metálicos são conectados para formar os painéis. Nos pontos de junção entre os módulos, formam-se colunas com chapas duplas, que aumentam a resistência do conjunto à compressão, garantindo estabilidade e segurança estrutural. Essas conexões são realizadas por meio de parafusos específicos com alta resistência à corrosão, conforme exigências da Diretriz SiNAT 003 e normas da ABNT

Figura 7 - Composição Interna e Externa dos Painéis.



Fonte: Catálogo Quick House (2021).

4.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ABERTURAS DE PAINÉIS

Na Foto 8 observou-se uma fissura localizada na abertura da parede destinada ao balcão de atendimento, no ambiente do salão de refeições. Essa manifestação patológica está diretamente associada a problemas construtivos, como preparo inadequado da base e aplicação incorreta dos materiais de revestimento. Outro fator é a diferença de absorção de esforços entre as camadas de revestimento, que gera tensões internas e provoca a fissuração ao longo do tempo. Dessa forma, trata-se de uma **anomalia endógena** ou construtiva, pois decorre de falhas no processo de execução.

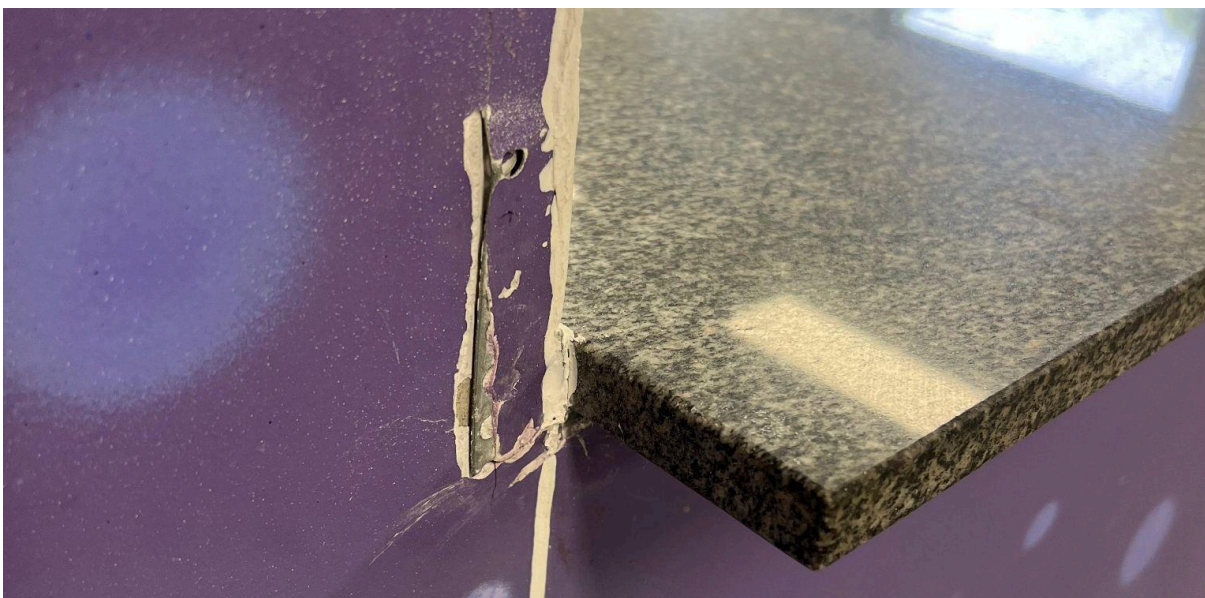
Foto 8 - Fissura na Abertura do Painel.



Fonte: O Autor (2024).

Na Foto 9 foi identificado o descolamento do acabamento na mesma abertura. Essa manifestação está relacionada a choques e atritos provocados pelo uso cotidiano, caracterizando a influência direta de agentes externos no desempenho do revestimento. Nesse contexto, a ocorrência é classificada como uma **anomalia exógena**, pois resulta de fatores externos à construção, como impactos físicos durante a operação do espaço.

Foto 9 - Descolamento do Acabamento.



Fonte: O Autor (2024).

4.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FECHAMENTO EXTERNO

Na área externa da unidade de ensino, foto 10 observou-se deformação na extremidade inferior de uma placa cimentícia do fechamento externo, comprometendo a uniformidade do revestimento, tratando se de uma **anomalia endógena**, decorrente de falhas de execução. A correção requer revisão do sistema de fixação, reforço do suporte e ajustes no detalhamento da fixação da placa cimentícia.

Foto 10 - Deformação na Extremidade de Placa Cimentícia.



Fonte: O Autor (2024).

Na área externa da cantina, foto 11 foram identificadas rachaduras ao redor dos pontos de fixação das placas cimentícias, o que indica concentração de tensões.

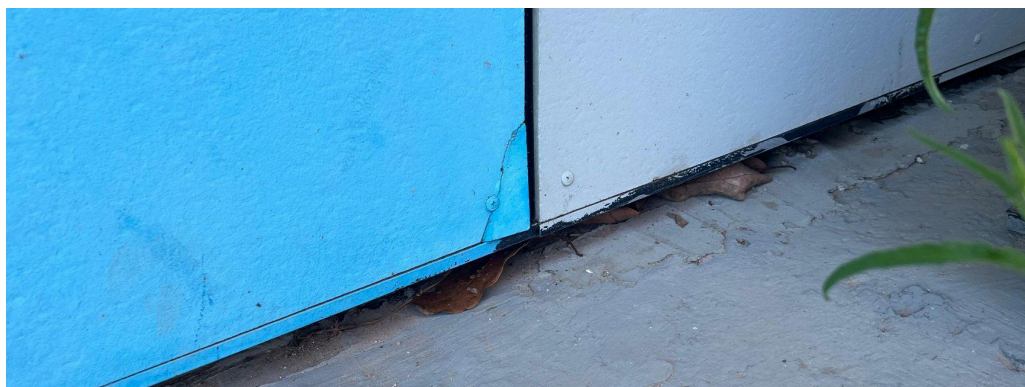
Foto 11 - Rachaduras ao Redor dos Pontos de Fixação (1).



Fonte: O Autor (2024).

Nesta situação, foto 12 capturada na unidade de ensino as fissuras ao redor dos pontos de fixação repetem o padrão observado anteriormente,

Foto 12 - Rachaduras ao Redor dos Pontos de Fixação (2).



Fonte: O Autor (2024).

As causas prováveis para as duas situações anteriores incluem aplicação inadequada (parafusos próximos a borda da chapa), essa manifestação é uma **anomalia endógena**, relacionada à execução deficiente. Recomenda-se substituir fixadores comprometidos, corrigir a impermeabilização e adotar fixação que distribua melhor as tensões.

Na área externa da unidade de ensino, foto 13 observou-se uma trinca vertical em uma das placas cimentícias do fechamento externo.

Foto 13 - Trinca Vertical de Placa Cimentícia (1).



Fonte:O Autor (2024).

Na área externa da cantina, foto 14 identificou-se uma trinca vertical no centro de uma placa cimentícia do fechamento externo.

Foto 14 - Trinca Vertical de Placa Cimentícia (2).



Fonte:O Autor (2024).

Na mesma área externa da cantina, foto 15 observou-se uma trinca horizontal no centro do filete de uma das placas cimentícias.

Foto 15 - Trinca Horizontal de Placa Cimentícia.



Fonte: O Autor (2024).

As três falhas apresentadas anteriormente comprometem a vedação e podem estar associadas a variações térmicas e esforços concentrados. A falha trata-se de uma **anomalia endógena**, resultante de falhas de execução. Recomenda-se reparar a trinca, revisar a fixação, corrigir o espaçamento dos parafusos e implementar juntas de dilatação adequadas.

4.4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FECHAMENTO INTERNO

No salão de refeições, fotos 16, 17 e 18 foram identificadas fissuras no ponto de encontro das placas de gesso acartonado, localizadas no esquadro da parede.

Foto 16 - Fissura em Encontro de Paredes (1).



Fonte: O Autor (2024).

Foto 17 - Fissura em Encontro de Paredes (2).



Fonte: O Autor (2024).

Foto 18 - Fissura em Encontro de Paredes (3).

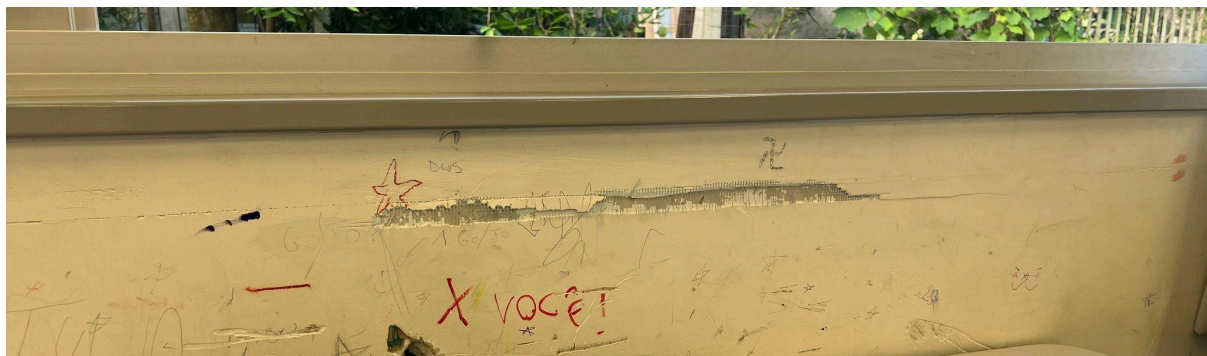


Fonte:O Autor (2024).

Essas manifestações patológicas se originam decorrente da movimentação da estrutura de fixação, que gera tensões nas junções entre as placas, comprometendo a estética e o desempenho do sistema, essas ocorrências são uma **anomalia endógena**, pois decorrem de falhas de execução e projeto. A solução consiste em aplicar tratamento adequado das juntas com fita e massa específicas para gesso acartonado e reforçar a estrutura de fixação para reduzir movimentações.

Nas fotos 19, 20, 21, 22 e 23 identificou-se dano nas placas de gesso acartonado abaixo do perfil da janela, foto 19.

Foto 19 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (1).



Fonte:O Autor (2024).

Foto 20 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (2).



Fonte:O Autor (2024).

Foto 21 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (3).



Fonte:O Autor (2024).

Foto 22 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (4).



Fonte:O Autor (2024).

Foto 23 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (5).



Fonte:O Autor (2024).

Essas ocorrências caracterizam-se como **anomalias endógenas**, pois apesar de decorrerem do manuseio inadequado por parte dos usuários, estão associadas à fragilidade do material e a deficiência na instalação de reforços abaixo da janela. Recomenda-se a realização de um reforço na estrutura do vão da janela, reparar a placa e adotar medidas preventivas, como proteções físicas nas zonas mais vulneráveis, além de esforços para a conscientização dos usuários.

Na sala de aula, foi identificada uma trinca vertical na junção entre as placas de gesso acartonado, foto 24 associada à falta de instalação de fita telada. Trata-se de uma **anomalia endógena**, possivelmente decorrente de falhas de execução ou do processo de instalação do sistema de vedação. A correção requer reparo da trinca com fita telada e massa.

Foto 24 - Dano em Placa de Gesso Acartonado.



Fonte: O Autor (2024).

As fotos 25 e 26 mostram uma trinca vertical caracterizada como uma **anomalia endógena**, associada à fragilidade do material e à necessidade de reforço na contraverga situada abaixo da janela, elemento responsável pela estabilidade da abertura.

Foto 25 - Trinca Vertical em Placa de Gesso Acartonado (1).



Fonte:O Autor (2024).

Foto 26 - Trinca Vertical em Placa de Gesso Acartonado (2).



Fonte:O Autor (2024).

O Documento de Avaliação Técnica IPT-SP (2024) recomenda que, na montagem de portas e janelas, sejam previstos módulos com alturas adequadas para peitoris e vergas, arrematados com perfis metálicos tipo “U”, garantindo a estabilidade do vão. Recomenda-se a execução do reforço na contraverga com perfis metálicos compatíveis, assegurando a adequada distribuição das cargas, bem como o reparo das placas danificadas.

4.4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PINTURA

Nas áreas externas da edificação, foi constatada a descoloração na pintura dos painéis cimentícios, foto 27 e 28 essas falhas são atribuídas à exposição contínua às intempéries, como radiação solar e umidade.

Foto 27 - Descoloração na Pintura de Chapas Cimentícias (1).



Fonte:O Autor (2024).

Foto 28 - Descoloração na Pintura de Chapas Cimentícias (2).



Fonte:O Autor (2024).

Essas ocorrências são classificadas como **anomalia funcional**, por estarem associadas ao envelhecimento natural do revestimento e ao término gradual de sua vida útil. A medida corretiva envolve repintura com produtos adequados à exposição solar e ao contato com umidade, assegurando maior durabilidade e resistência do acabamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. DADOS OBTIDOS

As tabelas apresentadas neste estudo foram elaboradas com o objetivo de consolidar, de forma clara e sistemática, os dados coletados durante a inspeção predial. Cada tabela agrupa as manifestações patológicas observadas segundo a sua origem provável, em conformidade com a ABNT NBR 16747:2020, permitindo uma análise quantitativa precisa.

Tabela 1 - Origem Provável Aberturas de Painéis.

CLASSIFICAÇÃO DE ORIGEM PROVÁVEL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
	<i>Anomalias endógenas</i>	<i>Anomalias exógenas</i>	<i>Anomalias funcionais</i>
	Aberturas de Painéis		
Foto 8 - Fissura na Abertura do Painei.	x		
Foto 9 - Descolamento do Acabamento.		x	
	1	1	0

Fonte:O Autor (2024).

Tabela 2 - Origem Provável Fechamento Externo.

CLASSIFICAÇÃO DE ORIGEM PROVÁVEL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
	<i>Anomalias endógenas</i>	<i>Anomalias exógenas</i>	<i>Anomalias funcionais</i>
	Fechamento Externo		
Foto 10 - Deformação na Extremidade de Placa Cimentícia.	x		
Foto 11 - Rachaduras ao Redor dos Pontos de Fixação (1).	x		
Foto 12 - Rachaduras ao Redor dos Pontos de Fixação (2).	x		
Foto 13 - Trinca Vertical de Placa Cimentícia (1).	x		
Foto 14 - Trinca Vertical de Placa Cimentícia (2).	x		
Foto 15 - Trinca Horizontal de Placa Cimentícia.	x		
	6	0	0

Fonte:O Autor (2024).

Tabela 3 - Origem Provável Fechamento Interno.

CLASSIFICAÇÃO DE ORIGEM PROVÁVEL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
	<i>Anomalias endógenas</i>	<i>Anomalias exógenas</i>	<i>Anomalias funcionais</i>
	Fechamento Interno		
Foto 16 - Fissura em Encontro de Paredes (1).	x		
Foto 17 - Fissura em Encontro de Paredes (2).	x		
Foto 18 - Fissura em Encontro de Paredes (3).	x		
Foto 19 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (1).	x		
Foto 20 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (2).	x		
Foto 21 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (3).	x		
Foto 22 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (4).	x		
Foto 23 - Dano em Placa de Gesso Acartonado Abaixo da Janela (5).	x		
Foto 24 - Dano em Placa de Gesso Acartonado.	x		
Foto 25 - Trinca Vertical em Placa de Gesso Acartonado (1).	x		
Foto 26 - Trinca Vertical em Placa de Gesso Acartonado (2).	x		
	11	0	0

Fonte:O Autor (2024).

Tabela 4 - Origem Provável Pintura.

CLASSIFICAÇÃO DE ORIGEM PROVÁVEL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
	<i>Anomalias endógenas</i>	<i>Anomalias exógenas</i>	<i>Anomalias funcionais</i>
	Pintura		
Foto 27 - Descoloração na Pintura de Chapas Cimentícias (1).			x
Foto 28 - Descoloração na Pintura de Chapas Cimentícias (2).			x
	0	0	2

Fonte:O Autor (2024).

Tabela 5 - Quantidade Total de Origem das Patologias.

CLASSIFICAÇÃO DE ORIGEM PROVÁVEL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS			
	<i>Anomalias endógenas</i>	<i>Anomalias exógenas</i>	<i>Anomalias funcionais</i>
TOTAL	18	1	2

Fonte:O Autor (2024).

5.2. DISCUSSÃO E RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS

Com base na análise quantitativa das manifestações patológicas observadas, verificou-se que a maior concentração de falhas está associada às anomalias endógenas, representando 18 ocorrências do total registrado. Considerando a dimensão da obra e o curto intervalo de tempo necessário para sua execução, esse número é relativamente baixo, evidenciando a eficiência e a qualidade do sistema *Steel Panel* mesmo diante de prazos reduzidos.

As anomalias exógenas, que somaram seis ocorrências, reforçam que a interação dos usuários com os sistemas construtivos é um fator relevante, evidenciando a importância de reforços em áreas sujeitas a choques e atritos. Esses danos, de baixa incidência, podem ser mitigados por meio de campanhas de conscientização, proteções físicas e manutenção preventiva, garantindo maior durabilidade aos materiais de acabamento.

Já as manifestações funcionais, representadas por apenas duas ocorrências, correspondem ao desgaste natural de elementos expostos às intempéries, como a pintura externa, ressaltando a importância do uso de revestimentos adequados às condições ambientais locais.

6. CONCLUSÃO

O levantamento realizado neste estudo demonstrou que a aplicação da ABNT NBR 16747:2020 em edificações industrializadas, especificamente no sistema *Steel Panel*, assegurou um diagnóstico sistematizado e alinhado, permitindo identificar as falhas e suas causas prováveis. Todos os objetivos propostos foram alcançados: inicialmente, a inspeção predial com levantamento fotográfico das manifestações, seguida da análise crítica das ocorrências, classificadas segundo sua origem (endógena, exógena, funcional e de uso), em conformidade com a norma técnica.

A edificação analisada, com área de 3.430 m², foi concluída em um curto período de 42 dias, evidenciando a principal vantagem do sistema *Steel Panel*: a elevada velocidade de execução, sem comprometer a qualidade da obra. Essa característica torna o método especialmente atrativo para projetos institucionais e habitacionais que demandam prazos reduzidos. No entanto, essa agilidade exige rigor no planejamento, execução e manutenção, pois falhas não tratadas adequadamente podem comprometer o desempenho global.

Nesse contexto, a análise das manifestações patológicas ganha relevância, uma vez que permite identificar pontos críticos e oportunidades de melhoria no processo construtivo. Os resultados confirmaram que, mesmo em uma construção modular de grande porte, o número de manifestações identificadas foi reduzido, totalizando 26 ocorrências: 18 anomalias endógenas, seis exógenas e duas funcionais. Esse quantitativo é considerado baixo frente à dimensão e à complexidade da edificação, reforçando a viabilidade e a qualidade do sistema para obras rápidas e de alto desempenho. Ressalta-se, entretanto, que a predominância de anomalias endógenas evidencia a necessidade de maior rigor nas etapas de projeto e execução, visto que tais falhas podem evoluir ao longo do tempo. Cabe destacar que a edificação completará três anos de uso em março de 2026, ainda dentro do período de garantia, razão pela qual é essencial manter o acompanhamento, uma vez que novas manifestações podem surgir até o quinto ano de vida útil.

Os dados obtidos neste estudo não devem ser vistos apenas como um diagnóstico da situação atual, mas como um instrumento para a melhoria contínua da prática construtiva modular. O conhecimento técnico extraído contribui para o aperfeiçoamento do método, auxiliando na escolha de materiais mais adequados, no refinamento dos processos de instalação e na adoção de soluções preventivas. Assim, a aplicação prática desse conhecimento pode representar ganhos significativos em durabilidade, desempenho e economia, garantindo que a agilidade de entrega não ocorra em detrimento da qualidade e da segurança.

6.1. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos e nas limitações deste estudo, propõem-se os seguintes caminhos para pesquisas futuras:

Investigar outras edificações construídas com o sistema modular, em diferentes contextos funcionais (escolas, hospitais, comércios e habitações), a fim de validar padrões de manifestação patológica e identificar fatores regionais que influenciam o desempenho construtivo.

6.2. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este estudo apresenta algumas limitações: embora se trate de uma edificação pública, o acesso à escola foi dificultado. Por ser uma unidade de ensino fundamental, as visitas precisaram ser previamente agendadas e acabaram sendo reduzidas por conta dessa restrição.

REFERÊNCIAS

ABDI – **Manual de Construção Industrializada**. Disponível em: <<https://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/Manual-de-Construc%CC%A7a%CC%83o-Industrializada.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Coordenação modular para edificações. NBR 15873**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. NBR 15575-1**. Rio de Janeiro, 2013.

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

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

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

BAPTISTA, S. M. **Racionalização e industrialização da construção civil**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2009. (Notas de Aula: disciplina Racionalização das construções).

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

BERTRAM, N. et al. **Modular construction: from projects to products**. Capital Projects & Infrastructure, Reino Unido, 2019.

BLACHÈRE, G. **Tecnologías de la construcción industrializada**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1977.

CARVALHO, B. S. **Um método de entrega de projeto para construção modular baseado nos princípios lean**. 2020. Disponível em: <<https://www.prppg.ufpr.br/signa/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=3730&idprograma=40001016049P2&anobase=2020&idtc=125>>. Acesso em: maio 2021.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Catálogo de inovação na construção civil**. 2016. Disponível em: <https://cbic.org.br/wpcontent/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2016.pdf>. Acesso em: 06 set. 2021.

FALCÃO, I. V. **Construção civil: a indústria e o mercado de trabalho**. Brasília: CBIC, 2020. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2020/02/ieda.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

FERNANDES, P. H. **Análise de cenário e perspectivas de crescimento das startups de construções modulares no Brasil**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

FORMIGHIERI, L. **Sistemas construtivos industrializados – Darcy Ribeiro**. Apresentação em slides. Brasília: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/p-ar/infraestrutura-fisica-escolar/sistemas-construtivos-industrializados-1/media/apresentacao-luciano-apresentacao-darcy-ribeiro.pdf/view>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

GOMIDE, T. L. F. et al. **Inspeção predial total**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 168 p. ISBN 978-85-7975-343-5. eISBN 978-85-7975-344-2.

HORTA, B. A. **Construção modular tridimensional: pré-fabricação, tecnologia, trabalho, obsolescência e arquitetura**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2021. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica).

IPT - SP. **Sistema construtivo Steel Panel Quick House para unidades unifamiliares e multifamiliares, isoladas ou geminadas, de até dois pavimentos**: Documento de Avaliação Técnica N° 049A. São Paulo: IPT, out. 2024. 126 p.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da Casa 1.0®**. 2006. 146p. Dissertação (Especialização) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. 1985. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-29072024-111004/pt-br.php>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

MEDEIROS, J. S. et al. **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro: Instituto do Aço Brasil; CBCA, 2014. (Série Manuais da Construção em Aço).

MELLO, R. B. de. **O estudo da mudança estratégica organizacional em pequenas empresas de construção de edificações: um caso em Florianópolis**. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Trad. BAUER, R. J. F.; CARMONA FILHO, A.; HELENE, P. R. do L. São Paulo: Sinduscon-SP, 1991.

NASCIMENTO, L. A. do; SANTOS, E. T. **A indústria da construção na era da informação**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

OLIVEIRA, F. G. de. **Licitações sustentáveis no subsetor de edificações públicas municipais: modelo conceitual**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

OLIVIERI, H. et al. **A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: *Light Steel Framing***. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 45-60, out./dez. 2017.

PICCHI, F. A. **Aplicação do Lean Thinking ao fluxo de obra**. In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 18–21 jul. 2004.

QUICKHOUSE. **Catálogo Institucional**. São Paulo: QuickHouse, [s.d.]. Disponível em: https://www.quickhouse.com.br/pdf/catalogo_pt.pdf. Acesso em: 8 jul. 2025.

RODRIGUES, H. F. **Construção offsite: um estudo sobre o método modular de construção**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

ROSA, W. **Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos – formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SACCHI, C. C.; CLEMENTE DE SOUZA, A. S. **Manifestações patológicas e controle de qualidade na montagem e fabricação de estruturas metálicas**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil (REEC), Goiânia, v. 13, n. 1, 2016. DOI: 10.5216/reec.v13i1.41214. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/reec/article/download/41214/pdf/0>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SALIBA, G. C. L.; CARVALHO, A. N. **Estudos das manifestações patológicas encontradas em edifícios de Belo Horizonte e Nova Lima com até 30 anos de idade**. IBAPE Nacional, 2019.

SANTOS, D. de G. **Racionalização, industrialização e inovações tecnológicas na construção civil**. Universidade Federal de Sergipe, 2009. (Notas de Aula: disciplina Gerenciamento de obras). Disponível em: <<http://www.dec.ufs.br/>>. Acesso em: 28 jul. 2009.

SILVEIRA, A. de A. **Construção modular offsite no Brasil: desafios e revisão de custos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SILVEIRA, N. C. da. **Parâmetros para o desenvolvimento de projetos de arquitetura em sistema de construção modular**. 2022. Monografia (Pós-graduação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

SINDUSCON-MG. **A construção civil nos 18 anos do Plano Real**. Belo Horizonte: Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<https://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2016/11/a-construo-civil-nos-18-anos-do-plano-real.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SPADETO, T. F. **Industrialização na construção civil – uma contribuição à política de utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

TEMOCHE-ESQUIVEL, J. F. et al. **Painéis pré-fabricados de concreto em fachadas de edifícios: inovação tecnológica consolidada?** In: XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Anais em CD... Florianópolis: ENTAC, 2006.