



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ADSON CARDOSO MONTEIRO

COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE VÃOS E PORTAS INTERNAS DE MDF E SEUS
IMPACTOS NO PROCESSO EXECUTIVO DA OBRA

MACAPÁ- AMAPÁ
2026

ADSON CARDOSO MONTEIRO

COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE VÃOS E PORTAS INTERNAS DE MDF E SEUS
IMPACTOS NO PROCESSO EXECUTIVO DA OBRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Jennefer Lavor Bentes

MACAPÁ- AMAPÁ
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2 / 1569

Monteiro, Adson Cardoso.
M775c Compatibilização entre vãos e portas internas de MDF e seus impactos no processo
 executivo da obra / Adson Cardoso Monteiro. - Macapá, 2026.
 1 recurso eletrônico.
 75 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal
do Amapá, Macapá, 2026.
Orientadora: Dr^a. Jennefer Lavor Bentes.

Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Construção civil. 2. Portas. 3. Compatibilidade geométrica. I. Bentes, Jennefer Lavor,
orientadora. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 691

MONTEIRO, Adson Cardoso. **Compatibilização entre vãos e portas internas de MDF e seus impactos no processo
executivo da obra.** Orientadora: Dr^a. Jennefer Lavor Bentes. 2026. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia Civil.
Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2026.

ADSON CARDOSO MONTEIRO

COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE VÃOS E PORTAS INTERNAS DE MDF E SEUS
IMPACTOS NO PROCESSO EXECUTIVO DA OBRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso
de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amapá,
como requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Macapá - AP, 10 de Julho de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JENNEFER LAVOR BENTES
Data: 16/07/2026 14:06:44-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Jennefer Lavor Bentes (Orientadora)
Curso de Engenharia Civil – CEC
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Prof. Dr. John Bernardo Vilca Neira (Membro interno)
Curso de Engenharia Civil – CEC
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Prof. Me. Heldio Jose Carneiro de Souza (Membro interno)
Curso de Engenharia Civil – CEC
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

RESUMO

O avanço da industrialização na construção civil intensificou a utilização de componentes produzidos com elevada precisão dimensional, demandando maior rigor no controle geométrico durante a execução das edificações. Nesse contexto, a porta interna deixa de ser compreendida como elemento isolado e passa a depender diretamente da compatibilidade entre projeto, execução do vão na obra e instalação dos kits portas prontas em MDF (*Medium Density Fiberboard*). Assim, esta pesquisa tem como objetivo analisar de que forma a desarticulação entre esses três eixos interfere no desempenho final da construção de edificações, configurando-se como um fator crítico durante a instalação das portas. O estudo aborda os principais conceitos de geometria aplicada à construção civil, bem como metodologias e uso de tecnologias empregadas na verificação de nível, esquadro e prumo, consideradas boas práticas e orientações normativas. A pesquisa contempla, ainda, um estudo de caso realizado em 02 (dois) edifícios residenciais localizados no município de Macapá/Amapá: Edifício *Catedral Tower Residence* e Edifício *Studio Way*, ambos construídos pela empresa “VEX Construções e Incorporações”. A investigação possui abordagem qualitativa e caracteriza-se como pesquisa aplicada, utiliza como método a definição do objeto de estudo, revisão bibliográfica, entrevista com aplicação de questionário estruturado, visita técnica *in loco*, verificações geométricas e registros fotográficos. Os resultados evidenciam que no Ed. *Catedral Tower Center* houve necessidade recorrente de ajustes dimensionais nos vãos das portas, principalmente, devido às inconformidades relacionadas ao controle altimétrico dos pavimentos, que ocasionaram atrasos na liberação dos vãos e exigiram adaptações corretivas durante a instalação dos kits portas prontas em MDF. Diferente do ocorrido no Ed. *Studio Way*, onde houve o uso de mapa de nível e medições geométricas preventivas como forma de garantir a compatibilidade entre as etapas de execução dos vãos e instalação dos kits. Conclui-se que as inconformidades geométricas contribuem significativamente para o retrabalho, perda de produtividade, desperdício de materiais e atrasos na etapa de acabamento das edificações. Ademais, verifica-se que a substituição de ajustes artesanais por diretrizes técnicas contemporâneas — como a utilização de gabaritos metálicos, verificação *as-built* a laser, elaboração de mapas de nivelamento para controle altimétrico dos pavimentos e monitoramento da umidade do substrato — reduz retrabalhos, minimiza impactos no cronograma físico-financeiro da obra e eleva o potencial de desempenho final das portas prontas em MDF.

Palavras-chave: construção civil; portas; MDF; compatibilidade geométrica; desempenho.

ABSTRACT

The advancement of industrialization in civil construction has intensified the use of components manufactured with high dimensional precision, requiring greater rigor in geometric control during building execution. In this context, the internal door is no longer understood as an isolated element and becomes directly dependent on the compatibility between design, execution of the door opening on site, and installation of ready-made MDF (Medium Density Fiberboard) door kits. Thus, this research aims to analyze how the lack of coordination among these three axes affects the final performance of building construction, becoming a critical factor during door installation. The study addresses the main concepts of geometry applied to civil construction, as well as methodologies and the use of technologies employed in the verification of level, squareness, and plumb, which are considered best practices and normative guidelines. The research also includes a case study carried out in two residential buildings located in the municipality of Macapá, Amapá, Brazil: Cathedral Tower Residence and Studio Way Building, both constructed by VEX Construções e Incorporações. The investigation adopts a qualitative approach and is characterized as applied research, using as methodological procedures the definition of the object of study, literature review, interviews through structured questionnaires, on-site technical visits, geometric inspections, and photographic records. The results show that, at Cathedral Tower Residence, there was a recurring need for dimensional adjustments in the door openings, mainly due to nonconformities related to the altimetric control of floor levels. These issues caused delays in the release of the openings and required corrective adaptations during the installation of ready-made MDF door kits. This differed from what occurred at Studio Way Building, where level maps and preventive geometric measurements were used to ensure compatibility between the execution stages of the openings and the installation of the kits. It is concluded that geometric nonconformities significantly contribute to rework, productivity loss, material waste, and delays during the finishing stage of buildings. Furthermore, replacing manual adjustments with contemporary technical guidelines—such as the use of metal templates, laser-based as-built verification, level mapping for altimetric floor control, and substrate moisture monitoring—reduces rework, minimizes impacts on the project's physical-financial schedule, and enhances the final performance potential of ready-made MDF doors.

Keywords: civil construction; doors; MDF; geometric compatibility; performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 — Fluxograma de metodologia aplicada à pesquisa.....	43
Figura 02 — Ed. <i>Catedral Tower Residence</i> : (esq.) localização e (dir.) fachada principal....	44
Figura 03 — Ed. <i>Studio Way</i> : (esq.) localização e (dir.) vista geral da obra em execução.....	45
Figura 04 — Ed. <i>Studio Way</i> : (A) 31,48 m ² ; (B) 24,11 m ² ; e (C) 26,97 m ²	46
Figura 05 — Ferramentas de medição geométrica: (a) trena metálica; (b) nível; (c) prumo; (d) esquadro metálico	18
Figura 06 — Porta pronta: (a) componentes; (b) vão e complementos.....	18
Figura 07 — Geometria do vão: Largura; Altura e Espessura.	20
Figura 08 — Nível, prumo e esquadro aplicados à execução de vãos.	23
Figura 09 — Alteração da altura útil do vão devido à: (1) desnivelamento da laje; (2) variações no contrapiso; e (3) regularização e instalação de acabamento.....	25
Figura 10 — Mapa de nivelamento para controle altimétrico dos pavimentos.....	28
Figura 11 — Integração entre projeto, execução, fabricação e instalação de portas.....	30
Figura 12 — Sistema sueco: formas metálicas retificadas para padronização de vãos.....	33
Figura 13 — Pré-marcos metálicos e controle geométrico preventivo - execução de vãos....	35
Figura 14 — Controle higroscópico de portas em MDF.	38
Figura 15 — Incompatibilidade dimensional entre o vão e a porta-pronta em MDF.	40
Figura 16 — Visita técnica e entrevista estruturada na obra do Ed. <i>Studio Way</i>	50
Figura 17 — Ed. <i>Studio Way</i> . Vão 03: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura	54
Figura 18 — Ed. <i>Studio Way</i> : vãos em alvenaria (a) vista geral; (b) vista frontal.	54
Figura 19 — Ed. <i>Studio Way</i> : (a) mapa de controle altimétrico	58
Figura 20 — Ed. <i>Studio Way</i> . Ponto de nível (talisca): (a) vão 01; (b) 02 ; (c) 04 e (d) 07 ...	55
Figura 21 — Ed. <i>Studio Way</i> : (a) vão padronizado; (b) interface entre contrapiso e altura....	56
Figura 22 — Ed. <i>Studio Way</i> : instalações elétricas nas adjacências do vão.	58
Figura A1 — Questionário técnico: Edifício Catedral Tower Residence (pág.01/03).....	67
Figura A2 — Questionário técnico: Ed. Catedral Tower Residence (pág.02/03).	68
Figura A3 — Questionário técnico: Edifício Catedral Tower Residence (pág.03/03).....	69
Figura B1 — Ed. <i>Studio Way</i> . Vão 01: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.....	70
Figura B2 — Ed. <i>Studio Way</i> . Vão 02: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.....	71
Figura B3 — Ed. <i>Studio Way</i> . Vão 03: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.....	72
Figura B4 — Ed. <i>Studio Way</i> . Vão 04: (a) largura e (b) altura.....	73
Figura B5 — Ed. <i>Studio Way</i> . Vão 05: (a) largura e (b) altura.....	73

Figura B6 — Ed. Studio Way. Vão 06: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.....	74
Figura B7 — Ed. Studio Way. Vão 07: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.....	75
Figura B8 — Ed. Studio Way. Vão 08: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Medidas (em cm) de vãos recomendadas para Kits Porta Pronta.....	20
Tabela 02 – Ed. Studio Way. Levantamento dimensional <i>in loco</i> dos vãos.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Estado do Amapá
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
DCET	Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas
FVS	Ficha de verificação de serviço
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i>
NBR	Norma Técnica Brasileira
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
USP	Universidade de São Paulo
VUP	Vida útil de projeto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Contextualização.....	12
1.2	Problematização.....	12
1.3	Hipótese	13
1.4	Objetivo geral e específicos.....	13
1.5	Justificativa	14
1.6	Delimitação da pesquisa	14
1.7	Estrutura da monografia	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Kit porta pronta: requisitos normativos e desempenho.	18
2.2	Controle dimensional de vãos para portas em MDF.	21
2.2.1	Metodologias de diagnóstico dimensional <i>in loco</i>	26
2.2.2	Compatibilização entre projeto, execução e fabricação.	28
2.3	Técnicas preventivas de compatibilização entre vãos e portas.....	31
2.3.1	Sistemas de controle geométrico preventivo.	32
2.3.2	Controle higroscópico em clima úmido.....	36
2.4	Inconformidades executivas em sistemas porta-pronta.	38
3	METODOLOGIA	42
3.1	Caracterização das edificações.	44
3.1.1	Edifício <i>Catedral Tower Residence</i> - Obra concluída.....	44
3.1.2	Edifício <i>Studio Way</i> - Obra em execução.	44
3.2	Entrevista estruturada.	46
3.3	Materiais e equipamentos.	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
4.1	Edifício <i>Catedral Tower Residence</i> – Obra concluída.	48
4.2	Edifício <i>Studio Way</i> – Obra em execução.	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
5.1	Recomendações para compatibilização de vãos e portas prontas em MDF.	63
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICES	66
	APÊNDICE A — Ed. <i>Catedral Tower Residence</i> - Questionário.....	67
	APÊNDICE B — Ed. <i>Studio Way</i> - Registro fotográfico.....	70

1 INTRODUÇÃO

A construção civil contemporânea vem incorporando processos cada vez mais racionalizados, impulsionados pela industrialização dos sistemas construtivos e pela necessidade de maior eficiência produtiva nos canteiros de obras. Esse avanço promoveu a substituição gradual de métodos predominantemente artesanais por soluções padronizadas, capazes de proporcionar melhor qualidade executiva, redução de desperdícios e maior previsibilidade durante a execução das edificações.

Nesse cenário, ampliou-se a utilização de componentes industrializados produzidos com elevada precisão dimensional, especialmente em empreendimentos residenciais que demandam maior controle técnico e compatibilidade entre os sistemas construtivos. Entre esses elementos, destacam-se as portas internas de *Medium Density Fiberboard* - traduzido para o português como “Painel de Fibras de Madeira de Média Densidade” (MDF) - amplamente empregadas devido à uniformidade dimensional, ao acabamento industrial e à agilidade de instalação. Entretanto, o desempenho adequado dessas esquadrias depende diretamente da conformidade geométrica dos vãos executados em obra.

Diferentemente dos sistemas tradicionais, os componentes fabricados em ambiente industrial operam com reduzidas tolerâncias de ajuste, exigindo maior precisão durante a execução das vedações verticais. Assim, parâmetros relacionados ao nível, esquadro, prumo, alinhamento e dimensionalidade dos vãos são fundamentais para assegurar a compatibilidade entre a vedação e a esquadria, evitando intervenções corretivas durante a fase de acabamento.

A ausência de integração entre projeto, execução dos vãos e fabricação das portas, pode gerar incompatibilidades geométricas capazes de comprometer a instalação, ampliar o retrabalho, elevar custos operacionais, gerar resíduos construtivos e reduzir a produtividade das equipes executivas. Além dos impactos técnicos, essas inconformidades interferem diretamente na racionalização construtiva, reduzindo parte dos benefícios associados à industrialização da construção civil.

Diante desse contexto, o presente trabalho concentra-se na análise das incompatibilidades dimensionais entre os vãos executados em alvenaria e portas internas de MDF em edificações residenciais multifamiliares localizadas no município de Macapá/Amapá. Busca-se compreender os impactos dessas inconformidades sobre o desempenho executivo das obras e portas. O estudo também contribui para o aprimoramento das práticas de controle

geométrico preventivo e compatibilização construtiva, fornecendo subsídios técnicos para processos executivos mais precisos, eficientes e integrados.

1.1 Contextualização

A industrialização da construção civil intensificou a utilização de sistemas construtivos produzidos com elevada precisão fabril, exigindo maior rigor técnico durante as etapas de execução. Nesse modelo produtivo, a eficiência dos componentes industrializados depende diretamente da conformidade geométrica das interfaces executadas em obra.

No caso das portas internas em MDF, a regularidade dimensional dos vãos constitui requisito essencial para garantir adequado assentamento dos batentes, estabilidade funcional das esquadrias e qualidade final dos acabamentos. Pequenos desvios relacionados ao nível, esquadro, prumo, alinhamento ou espessura das paredes, podem comprometer a instalação das portas, exigindo adaptações corretivas no canteiro de obras.

Além das implicações técnicas, a variabilidade geométrica interfere na produtividade da obra, reduzindo a previsibilidade da montagem e ampliando custos e perdas executivas. Dessa forma, o controle preventivo das interfaces construtivas passa a representar condição estratégica para integração entre projeto, fabricação e execução, fortalecendo a racionalização dos processos construtivos.

1.2 Problematização

As incompatibilidades geométricas, frequentemente observadas entre os vãos executados e os kits de portas prontas industrializadas, evidenciam falhas relacionadas à integração entre projeto, execução e fabricação. Em muitos casos, deformações associadas ao nível, esquadro, prumo, alinhamento e dimensionalidade dos vãos dificultam o assentamento adequado das esquadrias, exigindo ajustes corretivos durante a fase de acabamento.

Diante dessa realidade, a pesquisa orienta-se pela seguinte questão norteadora:

- Como a ausência de compatibilização entre projeto, execução dos vãos e instalação dos kits porta pronta em MDF contribui para a queda da produtividade, adaptação artesanal e atrasos no cronograma da fase de acabamento?

Como questões secundárias, questiona-se:

- De que forma as inconformidades geométricas observadas durante a execução interferem na qualidade final das esquadrias e na eficiência dos processos construtivos racionalizados?
- E ainda, como esses desvios dimensionais impactam o retrabalho, o desperdício de materiais e a previsibilidade executiva das etapas de acabamento da obra?

1.3 Hipótese

A pesquisa parte da hipótese de que a ausência de controle geométrico preventivo e de integração entre projeto, execução e fabricação favorece a ocorrência de intolerâncias dimensionais nos vãos executados para receber a instalação de portas prontas em MDF, executados em edificações residenciais.

Supõe-se que essas inconformidades resultam em intervenções corretivas durante a instalação das portas internas, provocando atraso no cronograma físico-financeiro da obra, aumento de retrabalho, consumo excessivo de materiais, geração de resíduos construtivos, redução da produtividade e comprometimento da qualidade final do sistema de vedação. Considera-se ainda que a adoção de procedimentos sistemáticos de verificação geométrica possa reduzir significativamente as não conformidades e ampliar a previsibilidade dos processos de montagem das esquadrias industrializadas.

1.4 Objetivo geral e específicos

Como objetivo geral, busca-se pesquisar os métodos de controle geométrico e altimétrico aplicados à execução dos vãos, visando identificar as causas das incompatibilidades entre as especificações de projeto e os vãos executados, bem como avaliar os impactos dessas incompatibilidades durante a instalação dos kits porta em MDF no processo executivo da obra.

Como objetivos específicos, o trabalho buscou:

- Diagnosticar a conformidade geométrica e altimétrica dos vãos executados em alvenaria por meio de levantamento *as-built* no Edifício Studio Way e de entrevistas técnicas

no Edifício Catedral Tower, analisando as condições de execução e as incompatibilidades observadas em dois estudos de caso realizados em Macapá/AP

- Identificar e analisar as principais não conformidades relacionadas à compatibilização entre projeto, execução dos vãos e instalação dos kits porta pronta em MDF, por meio de levantamento *as-built* realizado no Edifício Studio Way e da análise dos relatos técnicos do engenheiro responsável pelo Edifício Catedral Tower, avaliando seus impactos na produtividade, nos retrabalhos e no cronograma da fase de acabamento
- Propor diretrizes técnicas e recomendações práticas voltadas ao aprimoramento da compatibilização entre vãos e portas, incluindo o uso de tecnologias de aferição a laser e mapas de nivelamento.

1.5 Justificativa

A presente pesquisa justifica-se pela relevância técnica e operacional das incompatibilidades geométricas observadas na instalação de portas internas industrializadas em edificações residenciais. A ausência de precisão dimensional nas interfaces construtivas aumenta os custos, favorece intervenções corretivas, amplia perdas produtivas e compromete a eficiência dos processos racionalizados.

Com o avanço da industrialização da construção civil, componentes produzidos em ambiente fabril passaram a exigir maior rigor geométrico durante a execução das vedações internas. Nesse contexto, deformações relacionadas ao nível, esquadro, prumo, alinhamento e controle de dimensões de largura e altimetria podem comprometer o desempenho funcional das esquadrias e reduzir a qualidade final dos acabamentos.

Do ponto de vista acadêmico, observa-se escassez de estudos direcionados, especificamente, à relação entre compatibilização geométrica e instalação de portas internas em MDF, sobretudo sob a perspectiva integrada entre projeto, fabricação e execução. Dessa forma, a pesquisa pretende contribuir para o aprimoramento das práticas de controle geométrico aplicadas à construção civil, fornecendo subsídios técnicos para processos executivos mais eficientes, previsíveis e compatíveis com os princípios da racionalização construtiva.

1.6 Delimitação da pesquisa

A pesquisa delimitou-se à análise de dois estudos de caso realizados em edifícios residenciais localizados na cidade de Macapá/AP. No Edifício Catedral Tower, por já se encontrar concluído e habitado, a investigação foi baseada nos relatos técnicos do engenheiro responsável pela obra e na análise documental disponível, não sendo possível a realização de levantamento geométrico *in loco*. Já o Edifício Studio Way encontrava-se em fase de execução durante o desenvolvimento desta pesquisa, o que impôs uma limitação de temporalidade, uma vez que o levantamento geométrico *as-built* dos vãos deve ser realizado preferencialmente após a conclusão dos revestimentos e do piso acabado, quando as dimensões finais do sistema vão-porta já estão definidas. Assim, as análises realizadas no Studio Way correspondem às condições executivas observadas durante a etapa de desenvolvimento da obra, devendo a verificação final da conformidade geométrica ser realizada ao término da execução.

Essa limitação temporal não compromete os objetivos da pesquisa, uma vez que o estudo se concentrou na análise das estratégias de controle geométrico adotadas durante a execução da obra e na comparação entre diferentes abordagens de compatibilização. Contudo, recomenda-se que estudos futuros realizem a validação final dos resultados por meio de levantamento *as-built* após a conclusão integral do empreendimento, permitindo comparar as dimensões executadas com as especificações de projeto e avaliar a efetividade das medidas preventivas adotadas.

O controle higroscópico das portas em MDF não foi verificado em campo, pois o Edifício Studio Way ainda se encontrava em fase de execução e a construtora não havia iniciado a etapa de aquisição e armazenamento dos kits porta pronta. Como essa atividade ocorre apenas na fase final da obra, não foi possível avaliar as condições de armazenamento e monitoramento da umidade durante o período da pesquisa. Entretanto, o tema foi discutido na revisão bibliográfica devido à sua importância para a conservação e o desempenho das portas em MDF.

1.7 Estrutura da monografia

A monografia está estruturada em 05 (cinco) capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a introdução da pesquisa, contemplando contextualização, problematização, hipótese, objetivos, justificativa, delimitação da pesquisa e estrutura do trabalho.

O segundo capítulo detalha a metodologia aplicada, caracterizando a pesquisa como aplicada, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa. Nele, descrevem-se

as três etapas fundamentais do estudo: levantamento bibliográfico e normativo para fundamentação teórica; etapa de campo, composta por 02 (dois) estudos de caso nos edifícios *Catedral Tower Residence* e *Studio Way* - localizados em Macapá-AP - com dados obtidos, respectivamente, por meio de entrevista técnica e medições dimensionais *in loco* com instrumentos de precisão; e, por fim, os procedimentos de análise e interpretação dos dados à luz das exigências normativas da ABNT NBR 125930-2.

O terceiro capítulo constitui o referencial teórico, fundamentado nos princípios da industrialização e racionalização da construção civil. Nele, detalha-se a definição e os componentes essenciais de um kit porta pronta de acordo com a norma ABNT NBR 15930-1, apresentando o roteiro técnico para o processo de instalação e uma tabela com o dimensionamento padronizado de vãos para folhas de 60 a 90 cm. O texto aborda ainda as metodologias de controle geométrico (nível, esquadro e prumo,), os requisitos normativos e de desempenho estabelecidos pelas normas NBR 15930-1, NBR 15930-2 e NBR 15575-4, e exemplifica boas práticas de compatibilização preventiva presentes na literatura.

O quarto capítulo apresenta os resultados e discussões a partir dos dados obtidos dos 02 (dois) estudos de caso. Explana-se a aplicação dos procedimentos metodológicos e contempla os resultados obtidos durante a pesquisa, incluindo a análise das inconformidades geométricas identificadas nas medições *in loco* e evidências de seus impactos sobre a produtividade, retrabalho e desempenho executivo da obra e das portas.

Por fim, o quinto capítulo de considerações finais apresenta as conclusões da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros relacionados ao controle geométrico das interfaces construtivas em sistemas industrializados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A crescente industrialização da construção civil tem intensificado a adoção de sistemas construtivos produzidos com elevado grau de precisão dimensional, exigindo maior rigor técnico na execução dos elementos que compõem as edificações. Nesse cenário, os sistemas porta-pronta em MDF passaram a demandar maior compatibilização entre as etapas de projeto, execução e controle geométrico dos vãos, uma vez que pequenas inconformidades dimensionais podem comprometer o desempenho funcional, estético e produtivo da edificação.

Em edificações multifamiliares, desvios relacionados ao nível, prumo, esquadro e controle altimétrico dos pavimentos frequentemente resultam em incompatibilidades entre os vãos executados em obra e os componentes industrializados. Essas inconformidades dificultam o correto encaixe dos sistemas porta-pronta, ocasionando adaptações corretivas, recomposição de revestimentos, retrabalhos, perda de produtividade e elevação dos custos executivos. Nesse contexto, observa-se que a ausência de controle geométrico preventivo compromete a integração entre a produção industrial e a execução em obra, reduzindo a eficiência e a racionalização do processo construtivo.

De acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), o desempenho dos sistemas construtivos está diretamente associado à conformidade geométrica dos elementos executados e à adequada compatibilização entre os subsistemas da edificação. Dessa forma, o controle dimensional dos vãos assume papel estratégico na garantia da qualidade executiva, na prevenção de patologias construtivas e na compatibilização entre os componentes industrializados e as condições reais da obra.

Além dos aspectos geométricos, o desempenho dos sistemas porta-pronta em MDF também pode ser influenciado pelas condições ambientais de execução, especialmente em regiões de clima tropical úmido. Em cidades inseridas no contexto amazônico, como Manaus/AM, os elevados índices de umidade relativa do ar exigem maior controle sobre as etapas de armazenamento, transporte e instalação dos componentes industrializados, demandando procedimentos preventivos voltados à preservação da estabilidade dimensional do MDF e à mitigação de manifestações patológicas associadas à absorção de umidade.

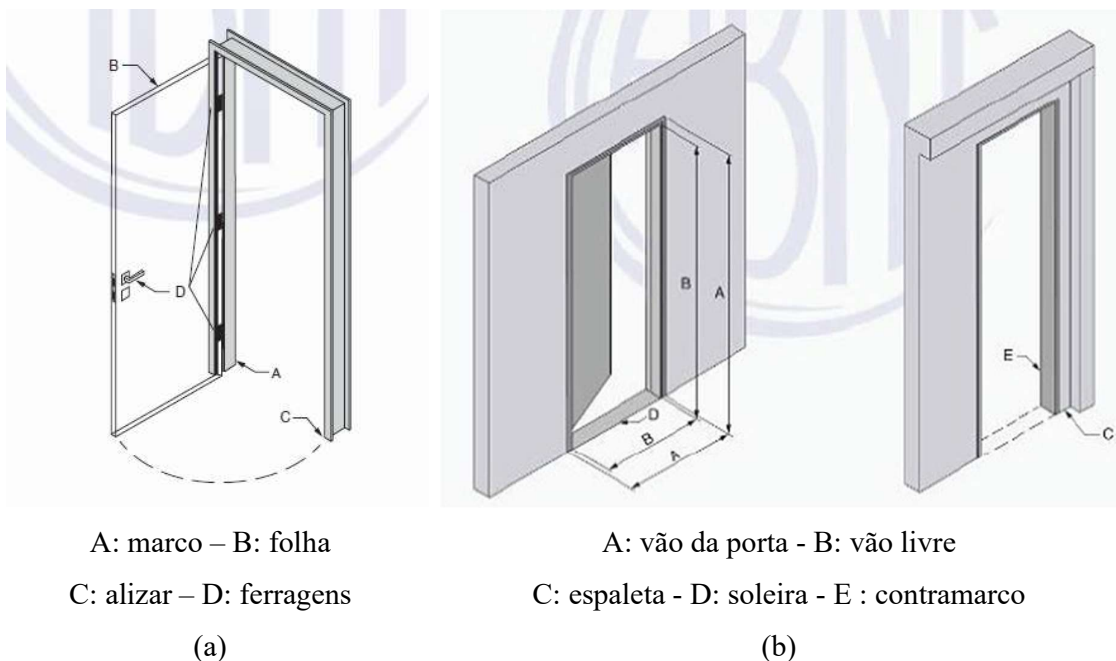
Diante desse contexto, este capítulo apresenta os principais fundamentos teóricos relacionados ao controle dimensional de vãos para portas em MDF, abordando conceitos de geometria aplicada à construção civil, metodologias de diagnóstico dimensional *in loco*, compatibilização entre projeto, fabricação e execução, bem como estratégias técnicas

preventivas voltadas à redução de inconformidades construtivas. Também são discutidas práticas de controle adotadas em sistemas construtivos industrializados, incluindo o uso de pré-marcos metálicos e técnicas de controle higroscópico aplicadas ao desempenho dos sistemas porta-pronta em clima úmido. Por fim, são apresentadas as principais falhas executivas associadas à instalação desses sistemas, fornecendo embasamento teórico para a análise do estudo de caso desenvolvido nesta pesquisa.

2.1 Kit porta pronta: requisitos normativos e desempenho.

A NBR 15930-1 (ABNT, 2011), sob o título geral “Portas de madeira para edificações”, define porta como um componente construtivo, cuja função principal é permitir ou impedir a passagem de pessoas, animais e objetos entre espaços ou ambientes, além de contribuir para funções de vedação, segurança, privacidade, conforto acústico e acabamento arquitetônico (Ballarotti, 2013). Conforme Figura 06, os principais componentes das portas são marco (ou batente), folha da porta, alizares (ou guarnições) e ferragens (dobradiças e fechadura).

Figura 06 — Porta pronta: (a) componentes; (b) vão e complementos.



Fonte: ABNT NBR 15930-1:2011.

As portas quando produzidas e fornecidas montadas de fábrica são conhecidas como “kit porta” ou “porta pronta”. A ABNT NBR 15930-2 estabelece padrões de dimensões com tolerâncias para o kit porta pronta, assim como para os vãos. Segundo a ABIMCI (2010), a padronização é importante para o mercado, projetistas, fabricantes e usuários, pois permite a disponibilidade de produtos de diferentes marcas com dimensões específicas, a idealização de projetos com dimensões padronizadas, a produção em série com redução de custos e melhorias de qualidade, e a disponibilidade no mercado de peças de reposição com mais fácil acesso.

As portas prontas quando adquiridas direto dos fabricantes, apresentam vantagens associadas a uma instalação rápida (tempo) e com menor desperdício (custo), uma vez que o componente é fornecido como kit porta já pronto para ser diretamente instalado no vão. A instalação do kit é um processo racionalizado que deve ser executado, preferencialmente, na fase de acabamento da obra, após a conclusão da pintura das paredes e assentamento do piso.

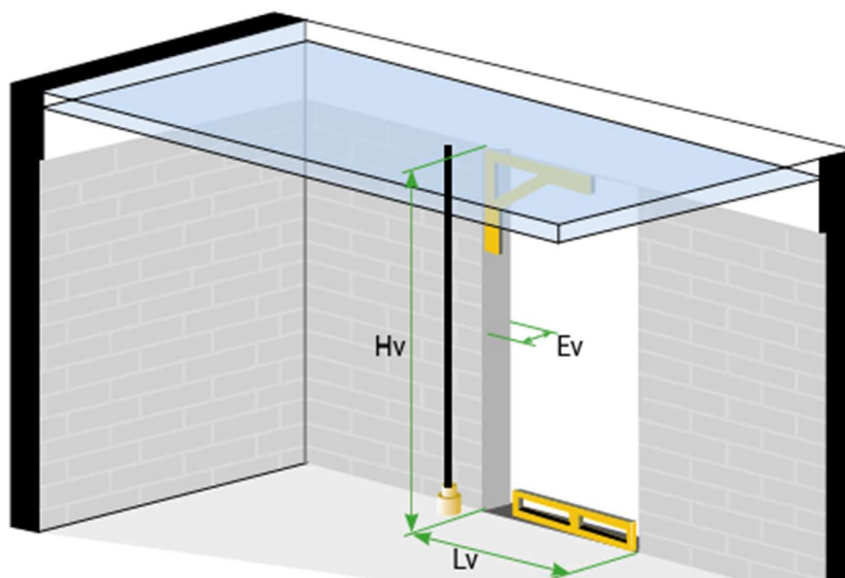
De acordo com o manual elaborado pela ABIMCI (2010), sugere-se o seguinte roteiro técnico para a instalação de kits de portas prontas:

- 1) **Conferência do vão:** verificar se as dimensões (largura e altura) e a geometria (prumo, nível e esquadro) do vão estão de acordo com o projeto executivo;
- 2) **Fixação provisória:** posicionar o kit no vão limpo, utilizando cunhas de madeira para o alinhamento em relação ao prumo e nível, e espaçadores para manter as folgas de funcionamento;
- 3) **Aplicação de espuma expansiva de poliuretano (PU):** após o alinhamento, aplicar a espuma PU em pontos estratégicos (geralmente na altura das dobradiças e fechadura) para fixação química;
- 4) **Cura e ajustes:** aguardar o tempo de cura da espuma (entre 12 a 24 horas). Após esse período, retirar as cunhas, travas e cortar os excessos de espuma com um estilete;
- 5) **Acabamento final:** instalar os alizares (guarnições) através de encaixe ou fixação com adesivos/pinos e finalizar com a instalação das maçanetas e espelhos das ferragens.

A etapa de conferência das dimensões dos vãos (Figura 07) no canteiro de obras, visa garantir o desempenho da construção e dos kits portas pronta. Conforme a NBR 15930-1 e NBR 15930-2, a geometria dos vãos deve possuir dimensões ligeiramente maiores que as dos kits. Contudo, de acordo com as especificações técnicas e dentro dos limites de tolerância

estabelecidos pelos fabricantes e normas. Dentre os limites estabelecidos, destaca-se a relação entre a folha da porta pronta e o vão acabado que deve seguir o padrão conforme Tabela 01.

Figura 07 — Geometria do vão: Largura; Altura e Espessura.



Fonte: ABIMCI (2010).

Tabela 01 – Medidas (em cm) de vãos recomendadas para Kits Porta Pronta

Folha	Kit	Vão Acabado	
Largura	Largura	Largura	Altura
60	64 a 65	66 a 68	214 a 215
70	74 a 75	76 a 78	214 a 215
80	84 a 85	86 a 88	214 a 215
90	94 a 95	96 a 98	214 a 215
*Nota: As variações dependem do padrão de folga adotado pelo fabricante específico			

Fonte: Próprio autor adaptado de NBR 15930-2:2018, Concrem, Lavrasul e Carioba (2026).

Especificamente quanto ao conceito de desempenho, trata-se da capacidade de um sistema construtivo em cumprir, adequadamente, as funções para as quais foi projetado ao longo de sua vida útil, considerando requisitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade. A norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013), conhecida como norma de desempenho, associa o desempenho também ao custo global da edificação, uma vez que durabilidade e manutenibilidade impactam diretamente os custos de operação, manutenção e substituição dos

componentes. Dessa forma, um sistema pode deixar de apresentar desempenho satisfatório quando não consegue mais atender às exigências funcionais do usuário ou quando sua degradação gera custos excessivos de manutenção.

Embora a NBR 15575-4 (ABNT, 2013) seja, usualmente, associada ao comportamento da edificação durante sua fase de uso e ocupação, seus requisitos impactam diretamente as etapas anteriores da construção, especialmente a execução da obra. Pois o desempenho final do sistema depende da correta seleção de materiais, do controle dimensional dos elementos construtivos, das técnicas executivas adotadas em campo e da fiscalização durante a instalação. No caso das portas prontas, a NBR 15575-4 (ABNT, 2013) estabelece requisitos para a interface entre a porta e a parede, exigindo que o conjunto resista às ações transmitidas pelo uso cotidiano, incluindo impactos e esforços de fechamento.

Além do controle dimensional citado anteriormente, o desempenho das portas prontas depende também da verificação da capacidade de resistência do vão ao embutimento do marco, da capacidade do sistema de suportar impactos de corpo mole e da resistência do sistema ao fecho brusco. Por exemplo, após a instalação dos kits de porta, após sucessivos ciclos de fechamento brusco da folha, não devem ocorrer fissuras, destacamentos ou abertura de frestas no encontro entre o marco e a vedação vertical. Esses critérios evidenciam que o desempenho não depende apenas da qualidade da porta em si, mas também da precisão geométrica e da execução adequada do vão na obra.

Nesse contexto, a execução do kit porta pronta exige rigoroso controle dimensional do vão, incluindo verificação de largura, altura, prumo, nível e esquadro, para assegurar folgas compatíveis com a instalação e o correto preenchimento com espuma expansiva ou outros materiais de fixação. Isto porque pequenas variações geométricas podem comprometer o alinhamento do marco, o funcionamento da folha, o fechamento adequado e, conseqüentemente, o desempenho global do sistema.

2.2 Controle dimensional de vãos para portas em MDF.

O controle dimensional consiste em um processo sistemático de monitoramento das variações geométricas dos elementos construtivos em relação às especificações estabelecidas em projeto, constituindo uma etapa essencial para assegurar a conformidade dos serviços executados e a compatibilidade entre os diversos sistemas da edificação. Barros e Sabbatini (2003) destacam que o controle da qualidade na construção depende da verificação contínua

das características geométricas dos elementos executados, permitindo identificar desvios ainda durante a produção, reduzir retrabalhos e garantir a adequada interface entre estrutura, vedação e componentes de acabamento.

A NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece que a precisão geométrica é condição essencial para o desempenho das vedações verticais, o que reafirma que o controle do vão interfere diretamente na estanqueidade e funcionalidade mecânica do sistema. A execução de vãos destinados à instalação de portas industrializadas requer rigor no atendimento às tolerâncias executivas, uma vez que os componentes fabricados em MDF apresentam reduzida capacidade de adaptação às irregularidades da obra. Nesse sentido, **Barros e Sabbatini (2003)** destacam que a qualidade dos elementos de acabamento depende diretamente da precisão geométrica alcançada durante a execução das etapas anteriores, sendo o controle dimensional uma ferramenta indispensável para evitar retrabalhos e garantir a compatibilidade entre os diversos subsistemas da edificação.

Além dos parâmetros convencionais de prumo e esquadro, o controle altimétrico dos pavimentos também assume papel relevante na compatibilização entre os vãos executados e os conjuntos modulares industrializados. Pequenas variações de nível da laje estrutural ou do contrapiso podem alterar significativamente a altura útil dos vãos, comprometendo a instalação adequada das portas e exigindo intervenções corretivas posteriores. A NBR 15930-2 (ABNT, 2011), juntamente com os manuais da ABIMCI (2010), sustenta que parâmetros de prumo, nível e esquadro precisam ser respeitados, pois, esse tipo de porta apresenta baixa adaptabilidade. Dessa forma, o controle dimensional é apresentado na literatura como elemento decisivo entre qualidade do produto, garantia de vedação, segurança e estabilidade estética.

Além dos parâmetros convencionais relacionados ao prumo, esquadro e alinhamento vertical, conforme observado anteriormente, o controle altimétrico dos pavimentos também exerce influência significativa na compatibilização entre os vãos executados e os sistemas industrializados. Pequenas variações de nível provenientes da laje estrutural, contrapiso ou revestimentos podem alterar a altura útil dos vãos, comprometendo o correto posicionamento dos conjuntos modulares porta-pronta e exigindo intervenções corretivas em obra.

Essas ocorrências frequentemente resultam em ajustes de alvenaria, recomposição de revestimentos, perda de produtividade e aumento dos custos de execução, especialmente em empreendimentos multifamiliares com elevada repetitividade construtiva, nos quais pequenas variações dimensionais tendem a se propagar ao longo da obra (BARROS; SABBATINI, 2003).

A Figura 08 apresenta um exemplo esquemático desses parâmetros que devem verificados para garantir a compatibilidade dimensional entre o vão executado em obra e o sistema porta-pronta em MDF. São parâmetros capazes de evidenciar falhas decorrentes da ausência de controle geométrico preventivo.

Figura 08 — Nível, prumo e esquadro aplicados à execução de vãos.



Fonte: Elaboração do autor, com base na ABNT NBR 15930-2:2018 e no *Guia Orientativo de Portas de Madeira para Edificações* da ABIMCI (2019) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

Observa-se na Figura 08 que a ocorrência de incompatibilidade dimensional pode ser causada por desvios de prumo, esquadro e alinhamento do vão executado. Dentre as possíveis incompatibilidades construtivas, destaca-se a execução da alvenaria fora das tolerâncias previstas em projeto, que causa a dificuldade de encaixe do sistema porta-pronta no local executado e exige ajustes corretivos na alvenaria e nos revestimentos. As situações de ausência de controle geométrico preventivo podem gerar retrabalhos, perda de produtividade e comprometimento do desempenho funcional e estético dos sistemas industrializados em MDF.

Nesse contexto, Formoso et al. (1997) destacam que a redução das perdas na construção civil depende da padronização dos processos executivos, do controle sistemático da qualidade e da eliminação das causas de variabilidade durante a execução. Assim, a integração entre a precisão da fabricação dos componentes industrializados e o rigor da execução em obra

constitui requisito fundamental para minimizar retrabalhos e garantir a qualidade do produto final.

A aplicação da geometria na engenharia diagnóstica transcende a mera abstração matemática, constituindo-se como importante instrumento de controle da qualidade espacial das edificações.

No contexto da execução de vãos, a geometria aplicada fundamenta-se na verificação de três vetores essenciais: o prumo (verticalidade), o nível (horizontalidade) e o esquadro (ortogonalidade angular). Segundo Azeredo (1997), a preservação desses eixos é o que garante a estabilidade funcional e estética dos subsistemas de vedação. Quando um vão apresenta desvio de esquadro, por exemplo, a instalação de uma porta de MDF — que possui ângulos rígidos de 90° — torna-se inviável sem o uso de calços ou ajustes que comprometem a integridade do guarnecimento de vãos e a fixação das dobradiças.

Sob o rigor das normas de desempenho, os conceitos de tolerância e desvio ganham destaque. A NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece limites aceitáveis para essas variações, partindo do princípio de que nenhuma execução é perfeitamente exata, mas deve estar contida em uma margem que não prejudique o sistema subsequente.

A geometria aplicada permite, assim, o cálculo das flechas e excentricidades que surgem durante a cura do concreto ou o assentamento da alvenaria. Thomaz (2020) ressalta que pequenas variações acumuladas durante as diferentes etapas construtivas — como execução da estrutura, contrapiso, revestimentos e acabamento final — podem alterar significativamente as dimensões dos elementos da edificação, comprometendo a compatibilidade entre componentes industrializados e exigindo intervenções corretivas. Além do prumo e esquadro, o controle altimétrico também influencia a compatibilização dos vãos. Pequenas variações na laje, contrapiso e acabamento podem reduzir a altura útil do vão e comprometer a instalação das portas.

A Figura 09 demonstra como o acúmulo dessas variações reduz progressivamente a altura útil dos vãos para portas em MDF. Observa-se a comparação entre a altura nominal do vão prevista em projeto, correspondente a 2140 mm, e a altura útil real do vão após a execução da laje, contrapiso e acabamento final. A imagem demonstra que pequenas inconformidades geométricas acumuladas ao longo da execução podem alterar progressivamente o espaço disponível para instalação do sistema porta-pronta.

No primeiro detalhe esquemático, verifica-se que o desnivelamento da laje estrutural, representado pela flecha da laje, pode reduzir ou aumentar, parcialmente, a altura do vão. Em seguida, observa-se que as variações de espessura do contrapiso contribuem para nova alteração dimensional. Por fim, a camada de regularização e de acabamento final também interfere na altura útil disponível, intensificando a incompatibilidade dimensional do sistema.

Nesse exemplo, observa-se que a ocorrência de improvisações executivas decorrentes da ausência de controle altimétrico preventivo entre a laje estrutural, o contrapiso e o piso acabado, podem resultar na alteração da altura útil do vão originalmente prevista em projeto. As variações acumuladas entre as camadas construtivas alteram a dimensão disponível para instalação da porta industrializada, exigindo adaptações corretivas posteriores na execução do sistema de vedação.

Figura 09 — Alteração da altura útil do vão devido à: (1) desnivelamento da laje; (2) variações no contrapiso; e (3) regularização e instalação de acabamento.



Fonte: Elaboração do autor, com base na ABNT NBR 15930-2:2018, no Guia Orientativo de Portas de Madeira para Edificações – ABIMCI (2019) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

Tal situação caracteriza o conceito de erro geométrico cumulativo, no qual pequenas inconformidades sucessivas, aparentemente toleráveis de forma isolada, passam a comprometer significativamente a compatibilidade dimensional final do sistema construtivo. Thomaz (2020) destaca que as tolerâncias executivas devem ser controladas ao longo de todas as etapas da construção, uma vez que pequenas variações acumuladas entre estrutura, contrapiso, revestimentos e acabamentos podem comprometer o desempenho dos componentes industrializados e exigir intervenções corretivas durante a fase de acabamento

A integração entre as etapas de projeto, fabricação e execução evidencia que a precisão geométrica não pode permanecer restrita apenas ao ambiente de modelagem e planejamento digital. Para que a compatibilização dimensional seja efetivamente assegurada no canteiro de obras, torna-se necessária a aplicação de métodos sistemáticos de verificação e monitoramento das condições reais executadas em campo.

Nesse contexto, destacam-se as metodologias de diagnóstico dimensional *in loco*, utilizadas para identificar desvios geométricos, controlar tolerâncias executivas e garantir maior compatibilidade entre os vãos construídos e os sistemas industrializados. Essas metodologias permitem avaliar, de forma preventiva, possíveis inconformidades relacionadas ao prumo, nível, esquadro e dimensões finais dos vãos destinados à instalação das portas internas em MDF. Além disso, contribuem para a redução de retrabalhos e perdas de materiais, promovendo maior precisão durante as etapas de acabamento da edificação. A adoção de instrumentos de medição e verificação geométrica também favorece o controle da qualidade executiva, assegurando maior desempenho funcional, padronização construtiva e eficiência no processo de instalação das esquadrias industrializadas.

2.2.1 Metodologias de diagnóstico dimensional *in loco*.

A aplicação dos conceitos geométricos no ambiente do canteiro de obras exige a adoção de metodologias de diagnóstico capazes de identificar, de forma preventiva, inconformidades dimensionais e assegurar a compatibilização entre os vãos executados e os componentes industrializados. Nesse contexto, o diagnóstico dimensional *in loco* fundamenta-se na utilização de instrumentos de medição calibrados e em protocolos sistemáticos de verificação geométrica aplicados ao longo das diferentes etapas construtivas.

Segundo Barros e Sabbatini (2003), a eficácia desse processo está diretamente relacionada à padronização das medições e à continuidade do monitoramento durante a

execução da obra. A verificação geométrica dos vãos destinados à instalação de portas industrializadas em MDF deve ser realizada em múltiplos pontos de controle, permitindo identificar deformações localizadas, desalinhamentos, desvios de planicidade e variações altimétricas ainda nas etapas preliminares da construção.

No cenário contemporâneo da engenharia civil, instrumentos convencionais, como prumo de face e nível de bolha, vêm sendo progressivamente complementados por tecnologias de maior precisão. O emprego de trenas a laser, níveis eletrônicos e equipamentos digitais de aferição reduz significativamente a margem de erro humano, amplia a confiabilidade das medições e otimiza o tempo de inspeção em campo. Conforme destacam Barros e Sabbatini (2003), o diagnóstico dimensional não deve ser tratado como procedimento isolado, mas incorporado a uma rotina contínua de controle da qualidade executiva.

Além das medições lineares convencionais, destaca-se a utilização do mapa de nivelamento, procedimento técnico voltado ao monitoramento das diferenças altimétricas da laje estrutural antes da execução final do contrapiso. Esse método consiste no levantamento sistemático das cotas dos pontos destinados à instalação das portas, permitindo identificar previamente variações geométricas capazes de comprometer a altura útil dos vãos e, consequentemente, a compatibilidade com os sistemas porta-pronta industrializados.

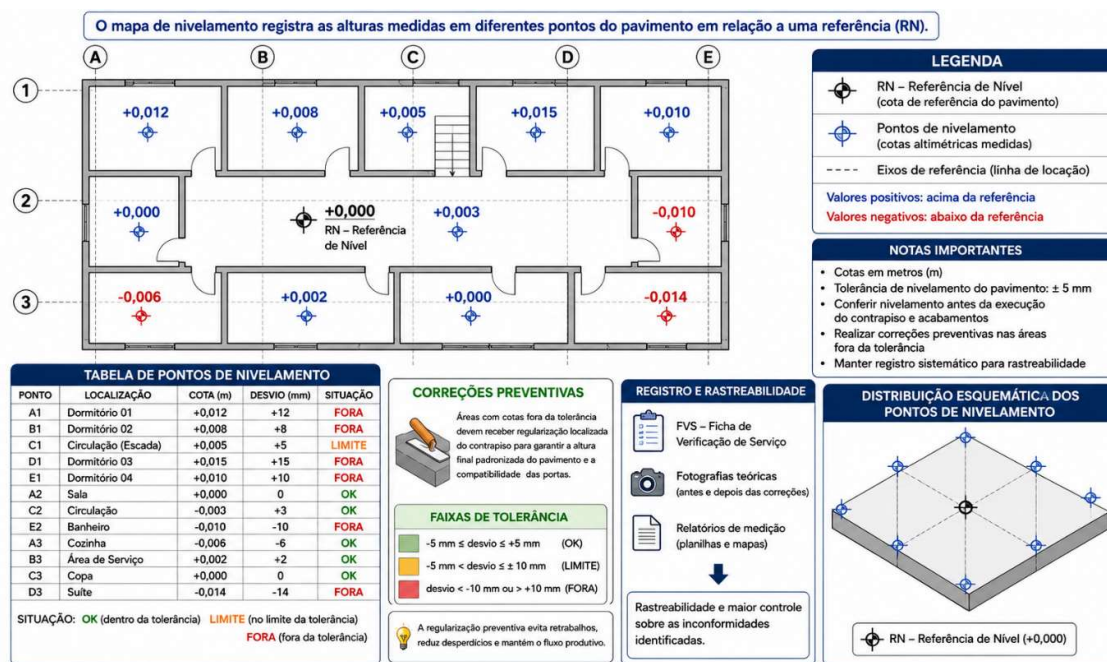
Conforme Barros e Sabbatini (2003), o controle geométrico preventivo constitui ferramenta fundamental para a racionalização construtiva, reduzindo incompatibilidades entre os sistemas executivos e os componentes industrializados. Após a identificação dessas variações, podem ser executadas correções preventivas localizadas no contrapiso e na regularização das superfícies, assegurando a manutenção da altura padronizada necessária à instalação adequada das portas industrializadas. Segundo Formoso et al. (2011), o monitoramento contínuo das tolerâncias executivas contribui significativamente para a redução de retrabalhos, desperdícios de materiais e interrupções no fluxo produtivo da obra.

Nesse contexto, a Figura 10 apresenta um exemplo de mapa de nivelamento utilizado para o controle altimétrico da laje estrutural, demonstrando como a distribuição estratégica dos pontos de medição permite identificar previamente variações de cota capazes de interferir diretamente na altura útil dos vãos destinados às portas industrializadas.

A utilização desse procedimento proporciona maior precisão no acompanhamento geométrico da estrutura, contribuindo para a compatibilização dimensional entre os elementos construtivos e os componentes industrializados. Além disso, o controle preventivo das cotas

altimétricas reduz a necessidade de intervenções corretivas posteriores, minimizando retrabalhos e atrasos durante a etapa de instalação das esquadrias em MDF.

Figura 10 — Mapa de nivelamento para controle altimétrico dos pavimentos.



Fonte: Adaptado de FORMOSO et al (2011) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

A Figura 10 evidencia a aplicação prática do monitoramento geométrico preventivo por meio da distribuição estratégica de pontos de controle altimétrico ao longo do pavimento. Observa-se que cada ambiente apresenta cotas previamente levantadas, possibilitando a comparação entre os níveis executados em campo e os valores nominais previstos em projeto. Esse procedimento permite identificar regiões com desníveis excessivos antes da execução definitiva do contrapiso e do revestimento final.

Além disso, o mapa de nivelamento demonstra como pequenas variações altimétricas podem impactar diretamente a padronização da altura útil dos vãos, especialmente em sistemas industrializados que operam com tolerâncias reduzidas. Conforme discutido por Formoso et al. (2011), a adoção desse tipo de monitoramento preventivo proporciona maior previsibilidade executiva, reduz retrabalhos e favorece a compatibilização entre estrutura, vedação vertical e componentes industrializados.

2.2.2 Compatibilização entre projeto, execução e fabricação.

A prevenção de problemas dimensionais na construção civil depende da superação do isolamento entre as etapas de concepção, execução e fabricação dos componentes construtivos, estabelecendo um fluxo contínuo de integração entre projeto, produção e controle geométrico. Eastman et al. (2014) destacam que a compatibilização entre os diversos sistemas da edificação deve ocorrer ainda nas fases iniciais do projeto, permitindo identificar conflitos, definir tolerâncias executivas e reduzir incompatibilidades antes do início da construção.

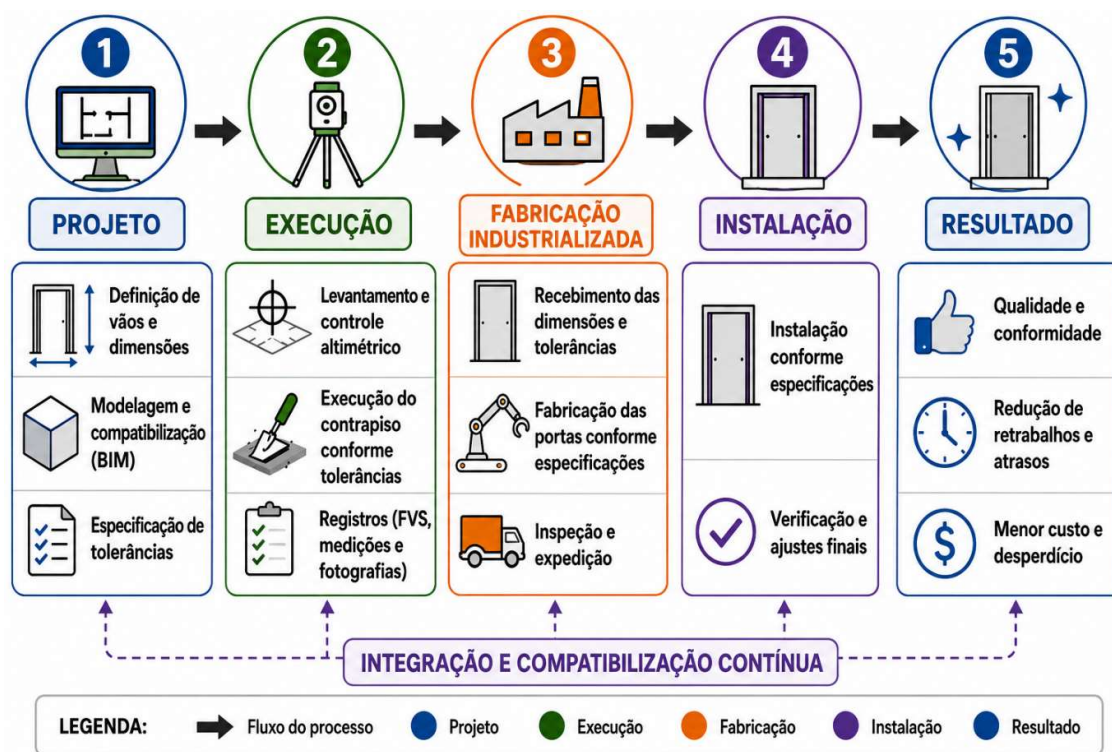
No contexto contemporâneo da construção civil, a utilização de ferramentas tecnológicas tem ampliado significativamente essa integração. Destaca-se, nesse cenário, a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), com metodologia que possibilita a modelagem tridimensional da edificação e permite a simulação prévia das interfaces construtivas, identificação antecipada de conflitos geométricos e compatibilização entre os diversos subsistemas da obra antes do início da execução física. Essa abordagem reduz incompatibilidades entre estrutura, vedação e componentes industrializados, contribuindo para maior previsibilidade executiva e melhor desempenho construtivo.

Sob a ótica da gestão da qualidade, Barros e Sabbatini (2003) ressalta que essa integração não deve limitar-se apenas ao ambiente digital de projeto, mas precisa materializar-se na padronização dos processos executivos, no treinamento das equipes técnicas e na definição clara das tolerâncias admissíveis para cada etapa construtiva. Dessa forma, o controle dimensional deixa de ser uma atividade corretiva e passa a atuar como ferramenta preventiva de compatibilização entre projeto, obra e componentes de fabricação industrializada.

Conforme discutido por Formoso et al. (1997), a integração contínua entre projeto, execução e produção industrializada contribui diretamente para a racionalização construtiva, redução de desperdícios e melhoria da qualidade final da edificação.

Nesse contexto, a Figura 11 apresenta um modelo esquemático de integração entre as etapas de projeto, execução, fabricação industrializada e instalação final das portas, evidenciando como a compatibilização geométrica depende da articulação coordenada entre todos os agentes envolvidos no processo construtivo. Essa integração técnica permite antecipar incompatibilidades dimensionais ainda durante as etapas executivas, favorecendo maior controle geométrico, previsibilidade operacional e desempenho final do conjunto construtivo.

Figura 11 — Integração entre projeto, execução, fabricação e instalação de portas.



Fonte: Adaptado de FORMOSO et al (2011) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

A Figura 11 demonstra a importância da integração e compatibilização geométrica contínua entre todos os setores envolvidos, cabendo observar que as informações dimensionais definidas ainda na fase de projeto são transmitidas para a produção industrializada e posteriormente verificadas durante a execução da obra, formando um fluxo permanente de controle e validação geométrica.

A Figura 11 também demonstra que o controle dimensional não ocorre apenas de forma corretiva no final da obra, mas de maneira preventiva ao longo de todo o processo executivo. Nesse sistema integrado, o monitoramento das tolerâncias de nível, prumo, esquadro e altura útil dos vãos permite antecipar incompatibilidades antes da instalação dos componentes industrializados, reduzindo significativamente falhas de montagem e perdas produtivas.

Além disso, verifica-se que a integração entre projetistas, fabricantes e equipes de execução favorece maior padronização dos processos, melhora a comunicação entre a indústria e o canteiro de obras e amplia a previsibilidade da fabricação e da montagem dos kits porta-pronta. Eastman et al. (2014) destacam que a integração das informações ao longo do ciclo de vida da edificação permite identificar interferências e incompatibilidades ainda nas fases

iniciais do empreendimento, reduzindo erros de execução e aumentando a eficiência dos processos construtivos. De forma complementar, Formoso et al. (1997) afirmam que a integração entre projeto, produção e execução constitui um dos principais fundamentos da racionalização construtiva, contribuindo para a redução das perdas e para a melhoria contínua da qualidade das edificações. Quando projetistas, executores e fabricantes compartilham diretrizes geométricas compatíveis, reduz-se significativamente a incidência de improvisações, adaptações artesanais e retrabalhos durante a instalação das portas industrializadas. A compatibilização preventiva também apresenta desempenho técnico e econômico superior às intervenções corretivas realizadas na fase de acabamento, especialmente em edificações multifamiliares de elevada repetitividade executiva.

Diante disso, torna-se relevante analisar as principais estratégias de integração e padronização adotadas em diferentes contextos construtivos, abrangendo práticas desenvolvidas em âmbito internacional, nacional e regional, voltadas ao controle geométrico preventivo e à compatibilização entre os vãos executados e os sistemas industrializados de portas em MDF. Além de evidenciarem metodologias consolidadas de racionalização construtiva, esses exemplos de boas práticas servirão como base comparativa e fundamentação técnica para a análise do estudo de caso desenvolvido nesta pesquisa.

2.3 Técnicas preventivas de compatibilização entre vãos e portas.

As boas práticas apresentadas neste trabalho têm como objetivo demonstrar diferentes estratégias preventivas de compatibilização entre vãos e portas industrializadas adotadas em contexto internacional, nacional e regional. Os exemplos selecionados evidenciam metodologias voltadas ao controle geométrico, padronização executiva, monitoramento ambiental e integração entre projeto, fabricação e execução, buscando reduzir incompatibilidades dimensionais, retrabalhos e perdas produtivas.

Além de apresentarem soluções técnicas aplicadas em distintos cenários construtivos, essas experiências servirão como base comparativa para compreensão dos fatores que contribuem para o desempenho ou para a ocorrência de falhas na instalação de portas industrializadas em MDF.

Dessa forma, os modelos analisados fornecem suporte teórico e técnico para interpretação crítica do estudo de caso desenvolvido nesse trabalho. A análise dessas referências também permite identificar práticas executivas mais eficientes no controle geométrico dos vãos,

favorecendo maior compatibilidade entre estrutura, esquadrias industrializadas e acabamentos. Ademais, contribui para o entendimento das principais estratégias preventivas adotadas para minimizar retrabalhos e perdas de produtividade durante a fase de instalação das portas e patologias construtivas na fase de utilização.

2.3.1 Sistemas de controle geométrico preventivo.

As não-conformidades dimensionais na engenharia civil decorrem, fundamentalmente, de desvios entre as métricas previstas em projeto e aquelas efetivamente materializadas em obra, sendo frequentemente associadas a falhas na integração entre projeto, execução e controle geométrico. Conforme Barros e Sabbatini (2003), a ausência de compatibilização entre essas etapas compromete a estabilidade dimensional dos sistemas construtivos e amplia a incidência de improvisações e retrabalhos durante a fase de acabamento.

Sob a ótica da produção enxuta, Formoso et al. (1997) argumentam que a inexistência de um controle dimensional rigoroso compromete a racionalização dos processos executivos e atua diretamente como fator gerador de perdas produtivas, desperdícios de materiais e interrupções no fluxo da obra. Nesse contexto, diferentes países e regiões passaram a desenvolver estratégias preventivas voltadas à compatibilização geométrica entre os vãos executados e os componentes industrializados, buscando elevar os níveis de precisão construtiva e previsibilidade da montagem.

No cenário internacional, destaca-se o modelo sueco de construção industrializada, caracterizado pela elevada precisão geométrica aplicada à execução dos sistemas de vedação. Nesse modelo, a compatibilidade entre vãos e portas é assegurada mediante a utilização de formas metálicas retificadas, capazes de garantir desvios inferiores a 2 mm durante a execução da alvenaria e dos elementos estruturais. Conforme Koskela (1992), essa metodologia reduz significativamente a necessidade de ajustes corretivos em campo, eliminando retrabalhos e aumentando a eficiência da montagem industrializada.

Além do controle geométrico lateral dos vãos, os sistemas construtivos suecos incorporam rigoroso monitoramento altimétrico dos pavimentos, permitindo elevada precisão na compatibilização entre estrutura, contrapiso e componentes industrializados. Como resultado, obtém-se maior estabilidade dimensional, melhor desempenho funcional das portas, maior estanqueidade acústica e preservação da lógica de montagem racionalizada dos sistemas industrializados.

Nesse contexto, a Figura 12 apresenta um exemplo do sistema sueco de formas metálicas retificadas aplicado à execução padronizada de vãos para portas industrializadas, evidenciando a utilização de dispositivos de alta precisão geométrica como estratégia preventiva de controle dimensional.

A Figura 12 demonstra a utilização de formas metálicas retificadas empregadas como gabaritos rígidos durante a execução dos vãos, assegurando elevado controle de prumo, esquadro, alinhamento e altura útil das aberturas destinadas às portas industrializadas. Observa-se que o sistema reduz significativamente a variabilidade geométrica normalmente presente nos métodos convencionais de execução em alvenaria, proporcionando maior repetitividade executiva e elevada padronização dimensional.

Figura 12 — Sistema sueco: formas metálicas retificadas para padronização de vãos.



Fonte: Adaptado de ISCHEBECK TITAN North America – TITAN Formwork for Openings.

Além disso, a Figura 12 evidencia como o controle preventivo dos vãos permite compatibilizar com maior precisão os componentes industrializados produzidos em fábrica com as dimensões efetivamente executadas em obra. Conforme discutido por Koskela (1992), essa metodologia reduz a necessidade de adaptações artesanais durante a instalação das portas, melhora o desempenho funcional dos sistemas de vedação e contribui para maior eficiência produtiva, redução de desperdícios e racionalização construtiva em empreendimentos de elevada repetitividade.

Em âmbito nacional, princípios semelhantes de controle geométrico preventivo podem ser observados no modelo paulista a ser apresentado a seguir, conhecido como “Vão Garantido”, no qual a utilização de pré-marcos metálicos e gabaritos rígidos busca assegurar maior compatibilização dimensional entre os vãos executados e os sistemas porta-pronta industrializados.

No contexto nacional, a cidade de São Paulo apresenta experiências relevantes relacionadas ao protocolo denominado “vão garantido”, prática caracterizada pela utilização de pré-marcos metálicos ou gabaritos rígidos instalados ainda durante a fase de execução da alvenaria. Segundo Barros e Sabbatini (2003), essa metodologia assegura a manutenção do prumo, esquadro e nível dos vãos, reduzindo incompatibilidades entre os elementos executados em obra e os conjuntos industrializados de portas em MDF.

O sistema de pré-marcos metálicos funciona como uma referência geométrica permanente durante a execução das vedações verticais, permitindo maior precisão dimensional das aberturas destinadas às portas. Diferentemente dos métodos convencionais, nos quais os ajustes geométricos frequentemente ocorrem apenas na fase final da obra, o protocolo de “Vão Garantido” atua preventivamente, estabilizando as dimensões do vão ainda nas etapas iniciais da alvenaria.

Além disso, a utilização dos pré-marcos contribui para maior padronização executiva, redução da variabilidade dimensional entre os pavimentos e melhoria da compatibilização entre fabricação industrializada e montagem em campo. Conforme discutido por Barros e Sabbatini (2003), esse sistema reduz significativamente adaptações artesanais durante a instalação das portas, preservando o desempenho funcional e estético dos componentes industrializados.

A adoção desse método também favorece maior controle sobre o alinhamento, prumo e esquadro dos vãos ainda durante a fase de alvenaria, permitindo maior previsibilidade na instalação final das esquadrias. Como resultado, observa-se redução de desperdícios de materiais, menor incidência de retrabalho e maior eficiência na execução das etapas de acabamento. Além disso, a utilização de gabaritos metálicos contribui para o controle das tolerâncias geométricas exigidas pelos sistemas construtivos industrializados contemporâneos.

Nesse contexto, a Figura 13 apresenta um exemplo do sistema paulista de pré-marcos metálicos aplicado ao controle geométrico preventivo dos vãos, evidenciando a utilização de gabaritos rígidos como estratégia de compatibilização dimensional entre alvenaria e portas industrializadas. O modelo apresentado demonstra como o emprego de dispositivos

padronizados auxilia na manutenção das dimensões projetadas, garantindo maior precisão durante a execução dos vãos. A aplicação preventiva desse sistema permite antecipar desvios geométricos capazes de comprometer a instalação das portas em MDF, reduzindo intervenções corretivas posteriores. Dessa forma, o controle geométrico realizado por meio dos pré-marcos metálicos fortalece a integração entre projeto, execução e fabricação industrializada, promovendo maior desempenho técnico e qualidade final da edificação.

Figura 13 — Pré-marcos metálicos e controle geométrico preventivo - execução de vãos.



Fonte: Adaptado de Barros e Sabbatini (2003) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

A imagem demonstra a aplicação prática dos pré-marcos metálicos, durante a execução da alvenaria, funcionando como elementos rígidos de referência para o controle geométrico dos vãos destinados às portas industrializadas, juntamente com a trena a laser. Observa-se ainda que os pré-marcos são instalados previamente à conclusão das vedações verticais, permitindo que a alvenaria seja executada já condicionada às dimensões finais necessárias para instalação das portas, reduzindo variações geométricas ao longo do processo construtivo.

Percebe-se também que o sistema atua simultaneamente no controle do prumo, esquadro, alinhamento e altura útil dos vãos, assegurando maior estabilidade dimensional das aberturas. Essa padronização preventiva reduz significativamente a necessidade de ajustes corretivos posteriores, evitando cortes improvisados na alvenaria, compensações no revestimento e adaptações artesanais durante a montagem das portas industrializadas.

Conforme ilustrado na Figura 13, evidencia-se que o conceito de “vão garantido” não se limita apenas à instalação de um elemento metálico auxiliar, mas representa uma

metodologia preventiva de compatibilização dimensional entre o processo de industrialização e execução. Conforme discutido por Barros e Sabbatini (2003), a utilização de pré-marcos transforma o controle geométrico em parte integrante do processo executivo, antecipando problemas que, em sistemas convencionais, normalmente só seriam percebidos na fase de acabamento.

Na prática, essa metodologia contribui diretamente para maior racionalização construtiva, redução de desperdícios, proteção do cronograma físico-financeiro da obra e melhoria da qualidade final dos sistemas de vedação interna. Além disso, ao minimizar improvisações e retrabalhos, o sistema favorece maior previsibilidade produtiva e melhor compatibilidade entre as condições reais executadas em obra e os componentes industrializados fabricados em série.

Contudo, embora os modelos sueco e paulista apresentem elevada eficiência no controle geométrico preventivo dos vãos, as estratégias de compatibilização dimensional devem também incorporar as especificidades climáticas e ambientais de cada contexto regional. Nesse sentido, o próximo tópico abordará as práticas adotadas no contexto amazônico, onde o elevado índice de umidade relativa do ar impõe desafios específicos ao armazenamento, controle higroscópico e instalação de portas industrializadas em MDF.

2.3.2 Controle higroscópico em clima úmido.

Em uma perspectiva regional, destacam-se as condições climáticas características da região amazônica que impõem desafios específicos à instalação de portas industrializadas em MDF. O elevado índice de umidade relativa do ar presente durante grande parte do ano exige cuidados rigorosos relacionados ao armazenamento, transporte e instalação desses componentes, uma vez que o MDF apresenta elevada sensibilidade higroscópica.

Conforme a ABIMCI (2019), o armazenamento e a instalação de portas de madeira devem ocorrer em ambientes com condições controladas de umidade, evitando a exposição direta à água e a ambientes excessivamente úmidos, de modo a reduzir o risco de estufamento, empenamento, variações dimensionais e comprometimento do desempenho funcional das portas. Diferentemente dos modelos observados nos contextos sueco e paulista, nos quais o foco principal concentra-se no controle geométrico preventivo dos vãos, o cenário amazônico demanda uma abordagem complementar voltada ao monitoramento contínuo das condições ambientais.

Nessa perspectiva, as empresas da região devem adotar procedimentos específicos de monitoramento ambiental por meio da utilização de higrômetros digitais, além de condicionarem a instalação das portas à estabilização das condições de umidade do ambiente interno da edificação. Essas práticas demonstram que a compatibilização entre fabricação industrializada e condições reais de obra não depende exclusivamente da precisão geométrica dos vãos, mas também da adequada integração entre controle ambiental, logística, armazenamento e execução.

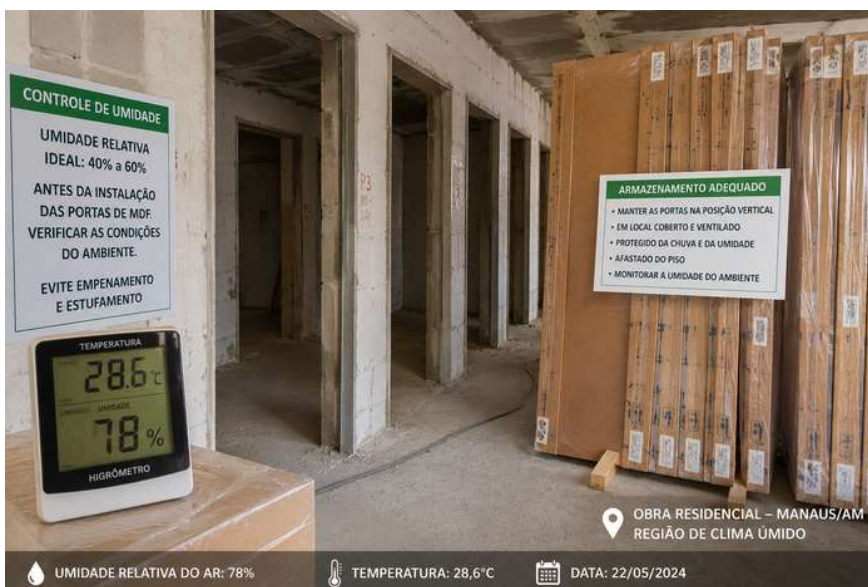
Nesse contexto, a Figura 14 apresenta um exemplo ilustrativo de monitoramento ambiental aplicado ao armazenamento e à instalação de portas industrializadas em MDF em obras multifamiliares localizadas em regiões de clima equatorial úmido, evidenciando a importância do controle higroscópico como estratégia preventiva de preservação dimensional do material.

A Figura 14 apresenta um exemplo de ambiente interno de obra em fase de acabamento, caracterizada por condições típicas de clima equatorial úmido. A imagem evidencia a adoção de medidas preventivas de controle ambiental voltadas ao armazenamento e à instalação de portas industrializadas em MDF, demonstrando a preocupação com a preservação das propriedades físico-dimensionais do material em ambientes de elevada umidade relativa do ar.

No primeiro plano da imagem, ilustra-se um exemplo de presença de um higrômetro digital utilizado para monitoramento simultâneo da temperatura e da umidade relativa do ambiente, registrando aproximadamente 28,6°C de temperatura e 78% de umidade relativa do ar. Esses valores indicam condições ambientais críticas para materiais derivados de madeira, uma vez que elevados índices de umidade favorecem processos de absorção hídrica, expansão volumétrica, empenamento e instabilidade dimensional do MDF.

Ao lado do equipamento de medição, a imagem apresenta placas informativas contendo orientações técnicas relacionadas ao controle higroscópico das portas industrializadas. Entre as recomendações destacam-se a necessidade de manter a umidade relativa do ambiente entre 40% e 60%, evitar exposição direta à umidade e monitorar continuamente as condições ambientais antes da instalação definitiva das portas. Essas instruções evidenciam a adoção de protocolos preventivos de armazenamento compatíveis com práticas de controle de qualidade em sistemas construtivos industrializados.

Figura 14 — Controle higroscópico de portas em MDF.



Fonte: Adaptado de Casa Grassi – manual de instalação (2016) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

Observa-se também que as portas de MDF encontram-se armazenadas na posição vertical, apoiadas sobre calços e afastadas diretamente do piso, prática que reduz o risco de absorção de umidade por capilaridade e minimiza deformações decorrentes do contato prolongado com superfícies úmidas. Além disso, o ambiente apresenta vãos ainda sem instalação definitiva das esquadrias, permitindo identificar que o controle ambiental ocorre paralelamente às etapas de execução dos sistemas de vedação interna.

Sob a perspectiva técnica, a imagem demonstra que, no contexto amazônico, o controle geométrico dos vãos necessita ser complementado por estratégias de monitoramento higrotérmico, uma vez que a estabilidade dimensional das portas industrializadas depende não apenas da precisão executiva da obra, mas também das condições ambientais às quais o material permanece exposto durante armazenamento, transporte e instalação. Conforme estabelece a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), ABIMCI (2010) e estudos recentes sobre desempenho higroscópico de painéis derivados de madeira, o controle preventivo da umidade constitui requisito fundamental para assegurar durabilidade, desempenho funcional e estabilidade dimensional dos sistemas de vedação interna em regiões de elevada umidade atmosférica.

2.4 Inconformidades executivas em sistemas porta-pronta.

A fragilidade da interface entre os sistemas de vedação e os componentes industrializados manifesta-se, principalmente, quando não há compatibilização adequada entre projeto, execução e controle dimensional dos vãos. Barros e Sabbatini (2003) destacam que desvios de prumo, esquadro e dimensões dos elementos executados, associados à ausência de procedimentos sistemáticos de controle geométrico, frequentemente exigem intervenções corretivas durante a instalação dos componentes de acabamento, comprometendo a racionalização construtiva e elevando os custos de execução.

Além dos desvios geométricos laterais, as inconformidades altimétricas entre laje estrutural, contrapiso e piso acabado representam uma das principais causas de incompatibilidade dimensional em sistemas porta-pronta industrializados. Thomaz (2020) destaca que pequenas variações acumuladas ao longo das diferentes etapas construtivas podem alterar significativamente as dimensões finais dos elementos da edificação, comprometendo a compatibilidade entre componentes industrializados e exigindo adaptações corretivas durante a fase de acabamento. Formoso et al. (1997) complementam que falhas de compatibilização dimensional comprometem a eficiência dos sistemas industrializados, reduzem a previsibilidade dos processos construtivos e aumentam a ocorrência de perdas e retrabalhos.

Nesse contexto, a Figura 15 apresenta um exemplo de incompatibilidade entre o vão executado e a porta-pronta em MDF, evidenciando falhas de integração entre projeto, fabricação industrializada e instalação.

A imagem apresenta, de forma comparativa e diagnóstica, quatro momentos distintos do processo de incompatibilidade dimensional entre o vão executado em obra e a porta industrializada. No primeiro momento, observa-se o vão originalmente construído, no qual a dimensão prevista em projeto corresponde a 214,0 cm, enquanto a medida efetivamente executada apresenta aproximadamente 207,2 cm. A figura evidencia uma perda de altura útil da ordem de 3,8 cm, provocada principalmente pela elevação do contrapiso e pela ausência de controle altimétrico preventivo durante a execução.

No segundo momento, a imagem demonstra o desnivelamento existente entre a laje estrutural e a verga do vão, indicando deficiência de alinhamento geométrico e falta de monitoramento das tolerâncias executivas. Conforme Thomaz (2020), pequenas variações altimétricas acumuladas ao longo da obra tendem a produzir impactos expressivos na compatibilização entre os componentes industrializados e os elementos executados em campo.

No terceiro momento, observa-se a influência direta do contrapiso executado acima da espessura prevista em projeto, reduzindo ainda mais a altura disponível para instalação da porta.

Essa situação evidencia o chamado erro geométrico cumulativo, no qual inconformidades aparentemente pequenas passam a comprometer significativamente a montagem final do sistema industrializado.

Figura 15 — Incompatibilidade dimensional entre o vão e a porta-pronta em MDF.



Fonte: Elaboração do autor, com base na **ABNT NBR 15930-2**, no **Guia Orientativo de Portas de Madeira para Edificações – ABIMCI (2019)** e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

Por fim, o quarto momento da figura apresenta a consequência prática da incompatibilidade dimensional: a necessidade de quebra da alvenaria e realização de ajustes corretivos para adequação do vão à porta industrializada. Observa-se que a instalação da porta somente se tornou possível após intervenções destrutivas nas laterais e na parte superior da vedação, descaracterizando completamente a lógica de racionalização construtiva originalmente prevista pelo sistema porta-pronta.

Além disso, a própria figura sintetiza os impactos decorrentes dessas falhas executivas, destacando consequências como perda da altura padronizada do vão, necessidade de retrabalho, atrasos no cronograma físico-financeiro, aumento de custos operacionais e comprometimento da produtividade da obra. Em contrapartida, o esquema também apresenta medidas preventivas associadas às boas práticas anteriormente discutidas neste referencial teórico, como controle

altimétrico da laje e do contrapiso, verificação prévia dos vãos antes da fabricação das portas, utilização de pré-marcos metálicos e integração contínua entre obra e indústria.

Conforme discutido por Formoso et al. (1997), intervenções corretivas realizadas durante a fase de acabamento apresentam custo técnico e operacional significativamente superior às estratégias preventivas de controle geométrico. Além disso, a necessidade de compensar imprecisões do reboco, da alvenaria e do contrapiso compromete os benefícios da industrialização, gera desperdícios de materiais e favorece a ocorrência de retrabalhos destrutivos nos componentes acabados.

Ainda segundo Barros e Sabbatini (2003), a ausência de comunicação eficiente entre canteiro de obras e fabricação industrializada constitui um dos principais fatores responsáveis pelo aumento do retrabalho, desperdício financeiro e atrasos no cronograma de edificações contemporâneas. Sob essa perspectiva, a Figura 13 demonstra que a compatibilização tridimensional entre projeto, execução e produção fabril constitui requisito indispensável para assegurar previsibilidade executiva, eficiência produtiva e desempenho adequado dos sistemas de vedação interna.

A revisão da literatura e os casos analisados evidenciam que pequenas inconformidades geométricas, especialmente relacionadas ao controle altimétrico da laje e do contrapiso, podem comprometer significativamente a instalação de portas internas industrializadas em MDF. Em contrapartida, verificou-se que estratégias preventivas de monitoramento dimensional — como mapas de nivelamento, controle contínuo dos vãos, utilização de gabaritos rígidos, tecnologias de aferição a laser e integração entre obra e indústria — apresentam desempenho técnico e operacional superior às intervenções corretivas executadas durante a fase de acabamento.

Diante dos fundamentos teóricos apresentados, apresenta-se o estudo de caso que buscou compreender como a ausência ou deficiência do controle geométrico preventivo interfere na compatibilização entre os vãos executados e os sistemas porta-pronta. O trabalho de campo abordou aspectos associados ao controle altimétrico da laje e do contrapiso, verificação das tolerâncias de prumo, nível e esquadro, monitoramento dimensional dos vãos, utilização — ou ausência — de gabaritos e pré-marcos metálicos, além da integração entre projeto, execução e fabricação industrializada. Ademais, foram evidenciadas as potenciais inconformidades possíveis de ocorrer na etapa de instalação das portas. Por fim, o estudo comparou as práticas reais observadas no trabalho de campo com as práticas executivas discutidas neste referencial teórico, permitindo avaliar os fatores que contribuíram para o desempenho ou para as falhas verificadas no empreendimento analisado.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza exploratória e descritiva, utilizando abordagem qualitativa para a análise de incompatibilidades geométricas entre vãos executados em alvenaria e instalação de portas internas de MDF em edificações residenciais multifamiliares. O estudo foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica, análise documental e estudo de caso realizado em 02 (dois) empreendimentos localizados na cidade de Macapá/AP.

A abordagem qualitativa permitiu interpretar as condições executivas observadas em trabalho de campo, considerando aspectos relacionados às práticas de controle executivo, regularidade geométrica das interfaces construtivas e potenciais dificuldades associadas à instalação das esquadrias industrializadas. Os dados foram obtidos a partir de entrevista estruturada, com a aplicação de questionário técnico, e realização de medições dimensionais dos vãos nas alvenarias, com a identificação dos desvios geométricos e comparação dos valores executados com as dimensões previstas nas normas e orientações dos fabricantes para instalação dos kits portas pronta industrializadas.

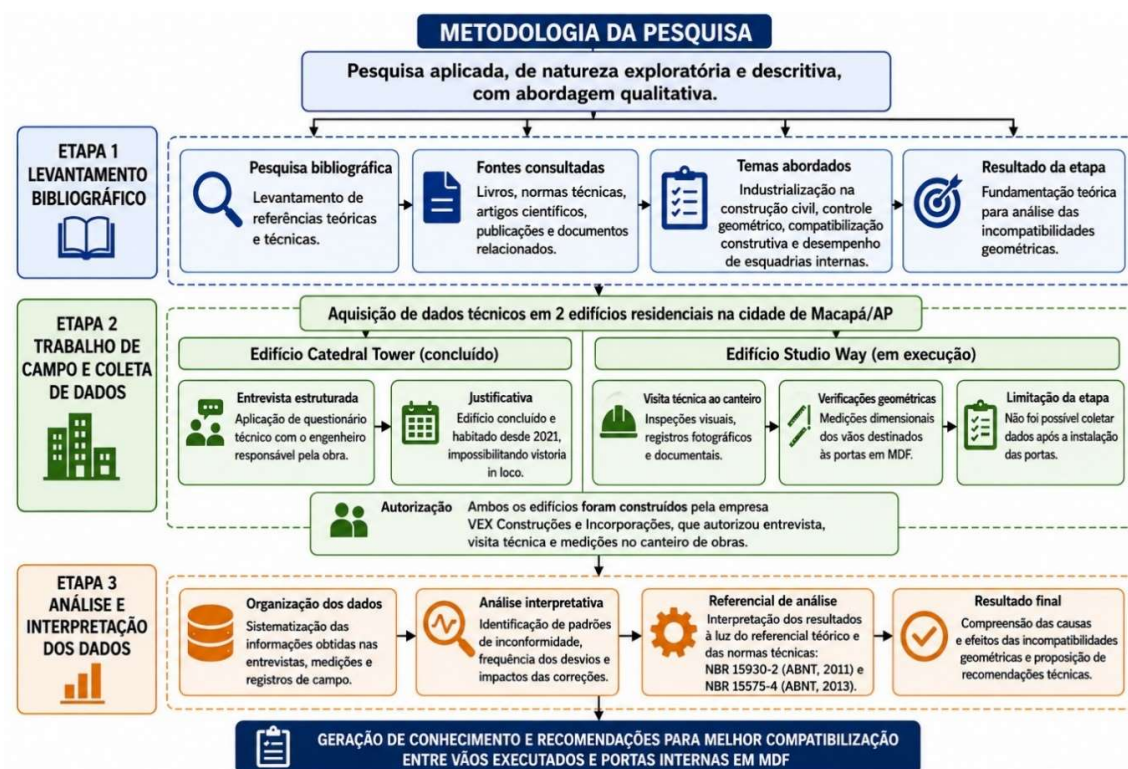
O desenvolvimento da pesquisa ocorreu em 3 (três) etapas principais (Figura 1).

A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico, fundamentado em livros, normas técnicas, artigos científicos e publicações associadas às categorias de industrialização na construção civil, controle geométrico, compatibilização construtiva e desempenho de esquadrias internas.

A segunda etapa corresponde à realização de trabalho de campo, com a aquisição de dados técnicos de 02 (dois) edifícios residenciais, sendo um edifício construído, identificado como Edifício *Catedral Tower*, e outro em execução, identificado como Edifício *Studio Way*.

As informações do Edifício *Catedral Tower Residence* foram obtidas por meio de entrevista estruturada realizada com o engenheiro técnico responsável pela obra, uma vez que o empreendimento já se encontra concluído e habitado desde o ano de 2022, impossibilitando a realização de vistoria “*in loco*” mediante sua ocupação pelos proprietários. Em razão dessa limitação, foi selecionada outra edificação ainda em construção no período de realização da pesquisa, o empreendimento Edifício *Studio Way*. Ambos os edifícios foram construídos pela empresa “VEX Construções e Incorporações”, a qual autorizou a aplicação do questionário, visita técnica e realização das medições no canteiro de obras na etapa de execução das vedações verticais internas do Edifício *Studio Way*.

Figura 01 — Fluxograma de metodologia aplicada à pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026) e gerado por ChatGPT (OpenAI, 2026).

Nas visita técnica ao Edifício *Studio Way*, foram realizadas inspeções visuais, registro documental, fotográfico (Apêndice B) e verificações geométricas dos vãos destinados à instalação das portas em MDF. Contudo, devido à necessidade de conclusão do trabalho de conclusão de curso, não foi possível a aquisição de dados na etapa de instalação das portas.

Na etapa final, os dados obtidos foram organizados e analisados de forma interpretativa, permitindo identificar padrões de inconformidade, frequência dos desvios geométricos e potenciais impactos associados às intervenções corretivas a serem realizadas durante a instalação das portas. Os resultados foram analisados à luz do referencial teórico e exigências estabelecidas pelas normas técnicas NBR 15930-1 (ABNT, 2011), NBR 15930-2 (ABNT, 2011) e NBR 15575-4 (ABNT, 2013), aplicáveis ao sistema construtivo e esquadrias internas para as edificações.

3.1 Caracterização das edificações.

3.1.1 Edifício *Catedral Tower Residence* - Obra concluída.

O Edifício *Catedral Tower Residence* está localizado na Av. General Gurjão, entre a R. Eliezer Levy e R. General Rondon, nº 603 - Central, no município de Macapá/AP (Figura 2). Trata-se de um empreendimento residencial vertical de alto padrão, projetado e executado pela construtora “VEX Construções e Incorporações”, cujo porte construtivo e refinamento arquitetônico demandam elevado rigor no controle dimensional e na qualidade dos acabamentos executivos.

Figura 02 — Ed. *Catedral Tower Residence*: (esq.) localização e (dir.) fachada principal.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2026) e Djalma Henriques (2025).

A edificação multifamiliar possui 27 (vinte e sete) pavimentos, contendo 02 (duas) unidades habitacionais por andar. A Figura 02 (à direita) apresenta a caracterização gráfica do empreendimento analisado, contemplando a fachada principal do edifício, permitindo visualizar a configuração arquitetônica geral da edificação.

3.1.2 Edifício *Studio Way* - Obra em execução.

O Edifício *Studio Way* está localizado na Av. Iracema Carvão Nunes, entre a R. Odilardo Silva e R. Eliezer Levy, nº 626 - Central, no município de Macapá/AP (Figura 03) e também

foi executado pela empresa “VEX Construções e Incorporações”. Segundo a construtora, o edifício foi concebido a partir do modelo de habitações compactas, priorizando funcionalidade, racionalização dos espaços internos e maior padronização executiva dos ambientes residenciais. As unidades habitacionais apresentam configuração arquitetônica integrada, característica que exige maior compatibilização entre os sistemas construtivos e componentes industrializados aplicados na fase de acabamento.

Identifica-se que a configuração arquitetônica e o modelo construtivo adotado no Edifício *Studio Way*, com a padronização dos ambientes internos, possibilita maior rigor no controle geométrico dos elementos executivos, especialmente nos vãos destinados à instalação das portas internas em MDF. Dessa forma, o edifício apresenta condições relevantes para análise das práticas de controle dimensional aplicadas durante as etapas executivas da obra.

A Figura 03 apresenta (à esquerda) a localização do Edifício *Studio Way* e (à direita) uma imagem geral da edificação analisada ainda em construção. A edificação multifamiliar possui 08 (oito) pavimentos, com 08 (oito) unidades habitacionais por andar, sendo previstos apartamentos de 24,11 m², 26,97 m² e 31,48 m² (Figura 04).

Figura 03 — Ed. *Studio Way*: (esq.) localização e (dir.) vista geral da obra em execução.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2026) e VEX Construções e Incorporação (2026).

Figura 04 — Ed. *Studio Way*: (A) 31,48 m²; (B) 24,11 m²; e (C) 26,97 m².



Fonte: VEX Construções e Incorporação (2026).

3.2 Entrevista estruturada.

Para a aquisição de dados do processo construtivo de execução das esquadrias internas no Edifício *Catedral Tower Residence*, foi aplicado um questionário estruturado respondido pelo engenheiro técnico responsável pela obra. A escolha desse profissional utilizou a técnica de amostragem intencional, *purposeful sampling*, comumente utilizada em pesquisas qualitativas (Yin, 2015). A partir dessa técnica, a escolha do participante foi feita por avaliação do pesquisador, que selecionou o profissional que julgou ser o mais adequado para responder o problema de pesquisa.

A entrevista estruturada ocorreu em 23 de janeiro de 2026, por meio da aplicação do questionário elaborado pelo próprio autor, conforme Apêndice A. As perguntas foram associadas à 5 (cinco) blocos de temas, a saber: (1) caracterização e (2) identificação da obra, (3) etapa de projeto e compatibilização, (4) controle dimensional dos vãos e (5) preparação dos vãos antes da etapa de instalação. As perguntas buscaram tanto compreender sobre a etapa de execução quanto à percepção técnica do entrevistado acerca dos impactos das incompatibilidades geométricas sobre o retrabalho, atrasos, custos e desempenho final da obra.

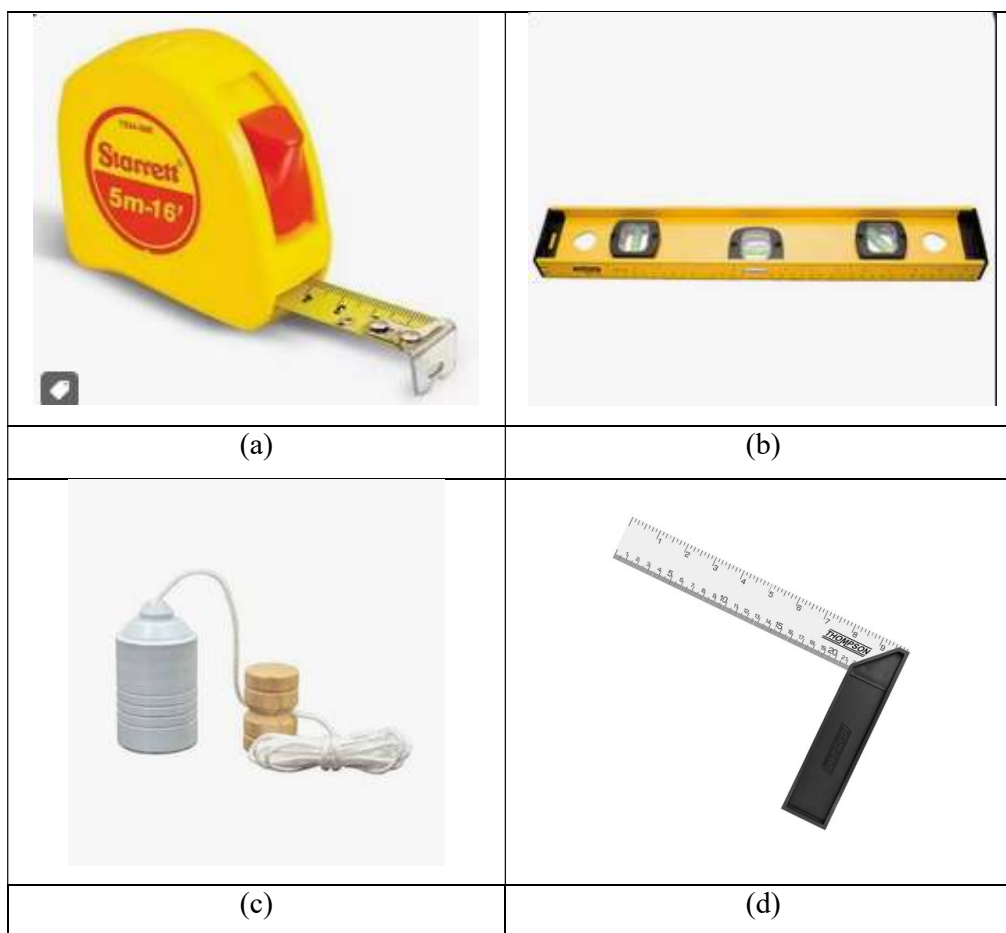
No momento de realização do trabalho de campo, ocorrido em 23 de janeiro de 2026, a obra do Edifício *Studio Way* ainda estava em construção, especificamente, na etapa de execução das alvenarias e abertura dos vãos. Dessa forma, não foi possível a aplicação da entrevista para o caso desse edifício, devido à impossibilidade de aquisição de dados associados à etapa final. Isto impossibilitou a completa verificação de compatibilidade entre as etapas de elaboração dos projetos, execução de obra e instalação das portas em MDF.

3.3 Materiais e equipamentos.

Para o desenvolvimento do trabalho de campo no Edifício *Studio Way*, foram utilizados materiais e equipamentos fundamentais para o registro documental, fotográfico e aferição da geometria dos vãos para a instalação das esquadrias internas nas edificações analisadas.

Na visita técnica, o registro fotográfico foi realizado pelo pesquisador utilizando dispositivo móvel e, as verificações geométricas foram feitas com o uso de instrumentos de medição, incluindo trena metálica, trena a laser, nível, prumo, régua de alumínio e esquadro metálico. As verificações geométricas envolveram análise de largura, altura, alinhamento, prumo, ortogonalidade e espessura das paredes, buscando identificar deformações capazes de comprometer o assentamento adequado das portas internas em MDF.

Figura 05 — Ferramentas de medição geométrica: (a) trena metálica; (b) nível; (c) prumo; (d) esquadro metálico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo estão apresentados os resultados obtidos no trabalho de campo realizado por meio de entrevista estruturada realizada com o engenheiro técnico responsável pela obra do Edifício *Catedral Tower Residence* e visita técnica realizada na obra do Edifício *Studio Way*. Ambos executados pela empresa “VEX Construções e Incorporações”.

Os resultados são apresentados como uma síntese da análise da documentação técnica e manifestações relatadas pelo responsável técnico. Cabendo reiterar que os dados a respeito do Edifício *Catedral Tower Residence* foram fornecidos pelo entrevistado com base na sua experiência de construção da edificação e registros construtivos da edificação. Diferentemente do caso do Edifício *Studio Way*, cuja etapa construtiva possibilitou as observações técnicas “*in loco*” pelo pesquisador, permitindo acompanhar diretamente as condições executivas dos vãos destinados à instalação dos conjuntos de portas em MDF e verificar, em ambiente construtivo ativo, as medidas adotadas para evitar a recorrência das inconformidades identificadas no empreendimento anterior.

4.1 Edifício *Catedral Tower Residence* – Obra concluída.

Conforme os dados coletados por meio de entrevista estruturada (Apêndice A), na construção dos apartamentos do Edifício *Catedral Tower Residence*, durante a execução dos vãos nas alvenarias para posterior instalação das portas internas com medidas padronizadas de mercado, a precisão geométrica e as tolerâncias normativas foram parcialmente observadas. A falta de compatibilização, em alguns casos, contribuiu para dificuldades na instalação das portas. Dentre as ocorrências registradas, destaca-se:

- a) ausência parcial de detalhamento e de informações adequadas nos projetos arquitetônicos, a respeito das dimensões, níveis e tolerâncias admissíveis para a execução dos vãos e fabricação das portas;
- b) frequência parcial de compatibilidade entre o projeto, execução dos vãos e dimensões das portas industrializadas, ocasionando retrabalho nas instalações e imprevisibilidade de custos associados ao acabamento;
- c) ausência de levantamento “as-built” para conferência dimensional dos vãos executados;

- d) definição das portas em MDF conforme medidas padrão de mercado, somada à ausência de prévio controle geométrico das dimensões reais, ocasionou o reenquadramento dos vãos de alvenaria por meio de ajustes manuais corretivos e onerosos;
- e) predomínio de uso de instrumentos de medição convencionais e ausência de uso de equipamentos digitais que garantem a aquisição de medidas com maior precisão, repetibilidade e produtividade operacional;
- f) reenquadramento milimétrico das aberturas para a regularidade de todos os vãos;
- g) decisão de fabricação das portas em MDF na etapa de projeto executivo e medidas informadas para a fabricação baseadas, exclusivamente, nas cotas previstas em projeto, levando ao comprometimento parcial da vantagem da industrialização do componente, em especial, quanto à economia de tempo de instalação, uma vez que houve a necessidade de ajuste final para a regularização de todas as portas;
- h) ajustes finais na etapa de instalação das portas foram compatíveis e suficientes considerando o sistema vão-porta adotado no projeto arquitetônico.

A partir dos dados coletados, pode-se inferir que houve frequência ocasional de retrabalho, diretamente associado à ausência de compatibilização entre as etapas construtivas, frente à falha de planejamento no processo de compra das portas industrializadas sem prévia verificação das medidas reais dos vãos. Dentre as consequências associadas à incompatibilidade geométrica entre os vãos e portas, destacam-se:

- a) correção de vãos fora de esquadro e prumo mediante demolições pontuais de alvenaria e recomposição de argamassa;
- b) aumento dos custos operacionais relacionados à regularização das não conformidades executivas;
- c) execução de retrabalhos e perdas significativas de produtividade;
- d) atrasos no cronograma da fase de acabamento da obra, considerando que a liberação tardia dos vãos compromete o avanço de outras frentes de serviço, como pintura, instalação de rodapés e pavimentação;
- e) desequilíbrio do centro de gravidade das folhas em relação às dobradiças, comprometendo o assentamento uniforme dos batentes e o desempenho funcional do sistema de portas.

A análise dessas ocorrências no Edifício *Catedral Tower Residence* confirma a hipótese de que a ausência de detalhamento executivo e de controle geométrico preventivo impede que o componente industrializado, representado pelos conjuntos de portas em MDF, seja um produto vantajoso e desempenhe satisfatoriamente a sua função, mediante a necessidade de intervenções corretivas durante a fase de instalação. Pois, uma vez as incompatibilidades identificadas, resulta-se na obra a necessidade de ajustes manuais corretivos, que ocasionam a geração de resíduos, desperdício de materiais, aumento do tempo de execução e perdas significativas de produtividade durante a etapa de acabamento.

Este cenário, no contexto da engenharia civil e, especialmente, nas áreas relacionadas à racionalização construtiva, gestão da produção e desempenho das edificações, apresenta situações incompatíveis com os requisitos técnicos estabelecidos pelas normas técnicas NBR 15930-1-2 (ANBT, 2011) e NBR 15575 (ABNT, 2013), principalmente, no que se refere à precisão executiva, conformidade dimensional e desempenho funcional das vedações verticais internas.

4.2 Edifício *Studio Way* – Obra em execução.

No Edifício *Studio Way*, a experiência adquirida durante a execução do Edifício *Catedral Tower Residence* contribuiu diretamente para o aprimoramento dos procedimentos adotados na instalação do sistema porta-pronta em MDF. As dificuldades anteriormente verificadas no *Catedral Tower Residence*, especialmente relacionadas aos problemas de encaixe decorrentes das diferenças entre as alturas nominais previstas em projeto e as dimensões efetivamente executadas em obra, demandaram ajustes corretivos na alvenaria e nos revestimentos.

Diante dessas ocorrências, no Edifício *Studio Way*, mesmo com a padronização de projeto prevista em 2,14 m (vão útil, usualmente, adotado no projeto de vãos de portas), optou-se pela adoção de medidas preventivas, de modo a evitar a repetição das mesmas falhas construtivas. Assim, as dimensões das portas encaminhadas para fabricação foram verificadas individualmente, *in loco*, ainda durante a fase de execução da alvenaria, permitindo maior compatibilização entre os vãos executados e os componentes industrializados do sistema porta-pronta em MDF. Essa medida visou reduzir a necessidade de retrabalhos e correções posteriores, contribuindo para maior precisão executiva e melhor desempenho do processo construtivo.

Durante a visita técnica (Figura 16), observou-se a adoção de procedimentos técnicos voltados ao acompanhamento geométrico dos vãos, incluindo conferência das cotas executivas, alinhamento das paredes e monitoramento da largura e altura útil destinada à instalação dos conjuntos de portas internas em MDF. As inspeções permitiram identificar preocupação preventiva com a compatibilização entre execução da alvenaria e futura instalação dos sistemas industrializados.

Figura 16 — Visita técnica e entrevista estruturada na obra do Ed. *Studio Way*.



Fonte: Próprio autor (2026).

A Tabela 02 apresenta os resultados das medições realizadas em 08 (oito) vãos destinados à instalação de portas internas no Edifício *Studio Way*. As verificações contemplaram a aferição das dimensões de largura e altura, bem como a avaliação das condições de prumo e esquadro dos elementos executados (Apêndice B). Os dados obtidos permitiram analisar o grau de conformidade geométrica dos vãos ainda durante a fase de execução das alvenarias, possibilitando a identificação preventiva de eventuais desvios dimensionais.

As medições *in loco* (Apêndice B) demonstram que todos os vãos analisados apresentam condições satisfatórias de prumo e esquadro, indicando adequado alinhamento dos elementos verticais e correta formação geométrica das aberturas. Esses resultados que evidenciaram a adoção de procedimentos executivos capazes de garantir a estabilidade geométrica dos vãos, aspecto considerado essencial para a instalação das portas internas em MDF.

Tabela 01 – Ed. *Studio Way*. Levantamento dimensional *in loco* dos vãos

Vão	Porta prevista (cm)	Vão acabado (requisito) (cm)		Vão inacabado (medido) (cm)		Esquadro	Prumo
		Largura	Altura	Largura	Altura		
Vão 01	60	66 a 68	214 a 215	70 (+2)	221 (+6)	Conforme	Conforme
Vão 02	60	66 a 68	214 a 215	69 (+1)	221 (+6)	Conforme	Conforme
Vão 03	80	86 a 88	214 a 215	82 (-4)	230 (+15)	Conforme	Conforme
Vão 04	80	86 a 88	214 a 215	91 (+3)	218 (+3)	Conforme	Conforme
Vão 05	80	86 a 88	214 a 215	89 (+1)	225 (+10)	Conforme	Conforme
Vão 06	60	66 a 68	214 a 215	68 (OK)	226 (+11)	Conforme	Conforme
Vão 07	60	66 a 68	214 a 215	68 (OK)	228 (+8)	Conforme	Conforme
Vão 08	80	86 a 88	214 a 215	87 (OK)	227 (+8)	Conforme	Conforme

Fonte: Próprio autor (2026).

Em relação às dimensões medidas, observou-se a existência de variações entre os vãos executados. Nos vãos destinados às portas de 60 cm (vãos 01, 02, 06 e 07), as larguras medidas variaram entre 68 cm a 70 cm (requisito: 66 a 68 cm) e as alturas oscilaram entre 221 cm e 228 cm (requisito: 214 a 215 cm). Essas medidas dos vãos inacabados indicam que todas as dimensões estão maiores que as medidas recomendadas pelos fabricantes para os vãos acabados. Isso evidencia o controle geométrico de maneira a atingir as tolerâncias após a finalização dos revestimentos e retoques nos serviços de piso e paredes.

Nos vãos previstos para portas de 80 cm (vãos 03, 04, 05 e 08), as larguras variaram entre 82 cm e 91 cm (requisito: 86 a 88 cm) e as alturas entre 218 cm e 230 cm (requisito: 214 a 215 cm). Apenas o vão 03 (Figura 16), com 82 cm de largura, apresenta dimensão menor que o mínimo de 86 cm, sendo necessário o retrabalho de demolição de parte da alvenaria para ajustar a medida. O mesmo vão 03 apresenta altura medida de 230 cm indicando a necessidade de preenchimento.

Embora essas diferenças não tenham sido acompanhadas na etapa de instalação das portas, os resultados evidenciam que a execução dos vãos não ocorre de forma absolutamente uniforme, mesmo em empreendimentos caracterizados pela repetitividade dos elementos construtivos.

Figura 17 — Ed. Studio Way. Vão 03: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



(a)



(b)



(c)



(d)

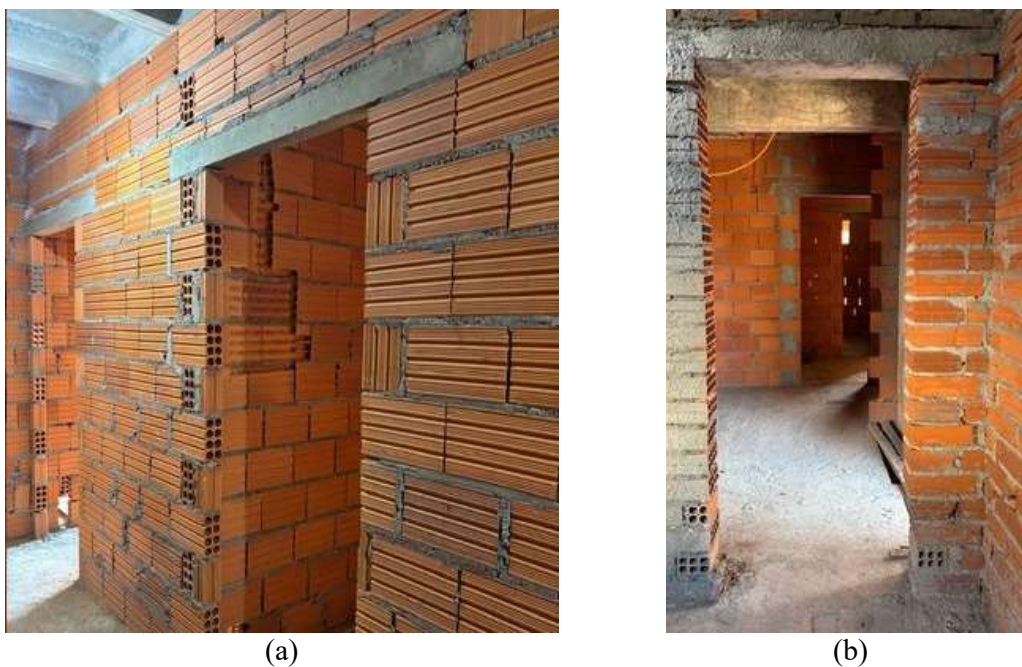
Fonte: Próprio autor (2026).

Sob a perspectiva do referencial teórico, os resultados reforçam a importância do controle geométrico preventivo como ferramenta de compatibilização entre projeto e execução. Conforme discutido no Capítulo 3, os sistemas industrializados apresentam menor capacidade de absorver desvios dimensionais quando comparados a soluções executadas artesanalmente. Dessa forma, a identificação antecipada de variações geométricas possibilita a adoção de medidas corretivas antes da instalação dos componentes, reduzindo o risco de retrabalho e contribuindo para a racionalização do processo construtivo.

A Figura 18 apresenta um exemplo dos vãos executados para o recebimento das portas em MDF. A inspeção visual realizada permitiu constatar uma execução mais racionalizada e com melhor qualidade técnica das alvenarias, evidenciada pelo adequado alinhamento, prumo e dimensionamento dos vãos destinados à instalação dos componentes industrializados.

Verificou-se a adoção de um controle executivo preventivo mais rigoroso, voltado à compatibilização entre os elementos executados em obra e o sistema porta-pronta. As imagens demonstram que os vãos foram previamente conferidos quanto à regularidade geométrica, à linearidade das paredes e à uniformidade dimensional, permitindo a identificação antecipada de desvios capazes de comprometer o encaixe, o nivelamento e o funcionamento adequado das portas.

Figura 18 — Ed. *Studio Way*: vãos em alvenaria (a) vista geral; (b) vista frontal.

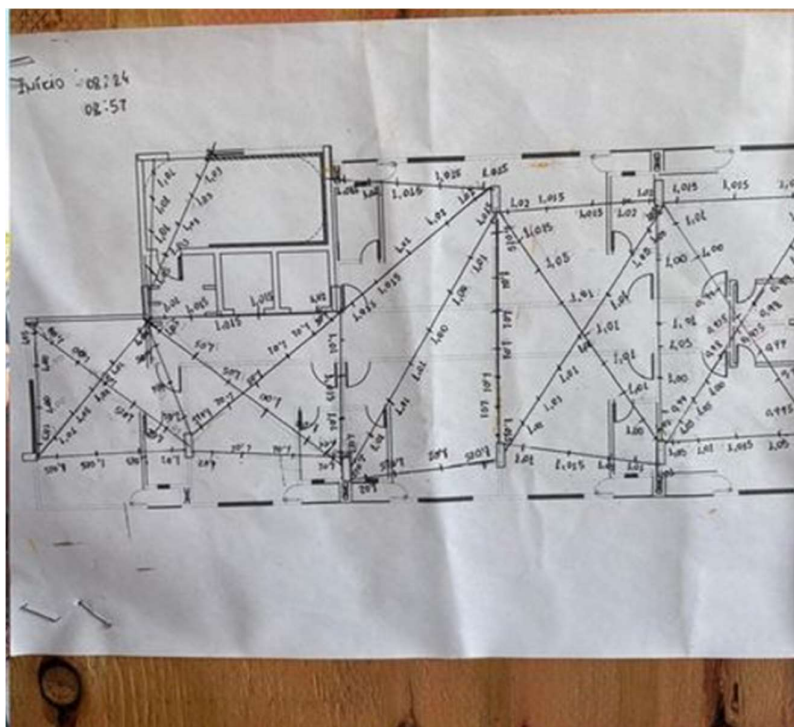


Fonte: Próprio autor (2026).

Tal procedimento contribuiu para a redução de incompatibilidades construtivas, a minimização de retrabalhos e o aprimoramento da precisão executiva, assegurando melhor desempenho do sistema industrializado e maior qualidade no acabamento final dos ambientes internos.

A Figura 19 e Figura 20 apresentam os procedimentos utilizados como instrumentos de controle altimétrico dos pavimentos durante a execução dos vãos em alvenaria, evidenciando o monitoramento preventivo das referências de nível, alinhamento e altura útil destinadas à futura instalação das portas internas em MDF. Na Figura 19, ilustra-se que o mapa de nivelamento e a utilização de marcações executivas, pontos de conferência e referências físicas de controle em obra, foram empregados para assegurar maior precisão na compatibilização entre os elementos construtivos e os componentes industrializados a serem aplicados na fase de acabamento.

Figura 19 — Ed. *Studio Way*: (a) mapa de controle altimétrico.



Fonte: Próprio autor (2026).

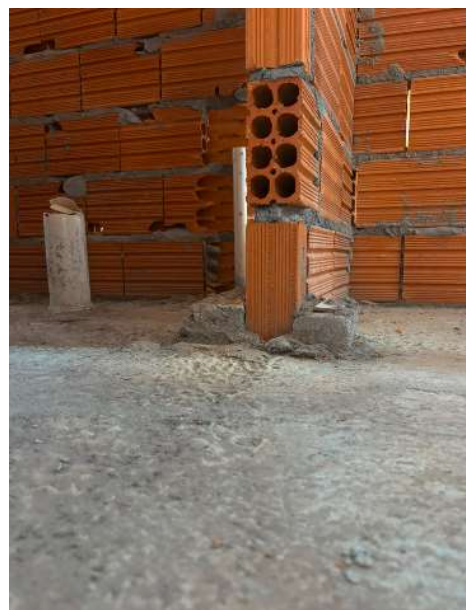
Observou-se no mapa a preocupação em manter a padronização geométrica de altimetria ao longo dos pavimentos, contribuindo para maior previsibilidade durante a etapa de instalação das esquadrias. Na Figura 20, destaca-se ainda a utilização de taliscas — peças cerâmicas de

pequenas dimensões utilizadas como referências executivas — cuja função consiste em delimitar a altura final do piso, de maneira a auxiliar no controle de nível das superfícies. A adoção desses elementos favorece a redução de desvios dimensionais acumulativos entre laje estrutural, contrapiso e revestimentos finais.

Figura 20 — Ed. *Studio Way*. Ponto de nível (talisca): (a) vão 01; (b) 02 ; (c) 04 e (d) 07.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Próprio autor (2026).

A partir das medidas preventivas identificadas, em especial, com a instalação das taliscas, verificou-se o cuidado no canteiro de obras em garantir a altura útil de 2,14 m, antes mesmo da aplicação dos revestimentos finais. Isso garante que não ocorra perdas dimensionais progressivas decorrentes de pequenas variações executivas acumuladas ao longo das etapas construtivas. As quais, embora aparentemente discretas quando analisadas isoladamente, podem interferir diretamente na compatibilização dimensional necessária para a instalação adequada do sistema porta-pronta, podendo, inclusive, comprometer o encaixe, os ajustes de nivelamento e a qualidade final do acabamento.

A Figura 21 apresenta a necessidade pontual de ajustes na largura dos vãos destinados à instalação das portas internas em MDF. A Figura 21 (a) evidencia a situação do vão 03, executado com largura menor (82 cm) que a padronizada em projeto (86 a 88 cm) e outra (b) demonstrando vão ainda com largura superior às orientações normativas e de fabricantes. Essa ocorrência revela pequenas incompatibilidades geométricas decorrentes das tolerâncias executivas da alvenaria, identificadas ainda durante as etapas preliminares de acabamento.

Figura 21 — Ed. *Studio Way*: (a) vão padronizado; (b) interface entre contrapiso e altura.



(a)



(b)

Fonte: Próprio autor (2026).

Embora a necessidade de ajuste de largura de vão tenha ocorrido de forma localizada, sua detecção antecipada evidencia a importância das medições preventivas realizadas em obra, permitindo a adoção de correções antes da instalação definitiva das portas industrializadas. As

inspeções também demonstraram a necessidade de adequações pontuais na modulação da alvenaria e na conformação dos vãos internos, com o objetivo de manter a padronização geométrica e as dimensões previstas em projeto.

Esse controle preventivo contribui para minimizar incompatibilidades entre os elementos executados em obra e os componentes industrializados em MDF, reduzindo a necessidade de retrabalhos posteriores e favorecendo maior precisão na instalação das portas e melhor qualidade final do acabamento.

Em um dos vãos analisados, observou-se a interferência de instalações elétricas embutidas próximas às ombreiras, fator com potencial de influenciar diretamente a regularidade geométrica das paredes e a qualidade executiva dos acabamentos. A Figura 22 apresenta a passagem de tubulação elétrica embutida na alvenaria adjacente ao vão destinado à instalação das portas internas em MDF, evidenciando interferências localizadas na conformação do sistema construtivo.

Figura 22 — Ed. *Studio Way*: instalações elétricas nas adjacências do vão.



Fonte: Próprio autor (2026).

A imagem demonstra que a execução de rasgos para acomodação de eletrodutos e caixas elétricas ocasiona alterações pontuais nas superfícies laterais dos vãos, especialmente nas regiões adjacentes à verga, ombreira e encontros entre alvenaria e elementos estruturais. Tais intervenções podem comprometer o alinhamento, o prumo e a uniformidade dimensional necessários ao correto encaixe do sistema porta-pronta, além de gerar variações na espessura dos revestimentos e necessidade de ajustes corretivos durante a fase de acabamento.

Observou-se, ainda, que pequenas variações geométricas acumuladas ao longo da execução podem reduzir progressivamente o espaço disponível para a instalação das portas industrializadas, comprometendo a compatibilização dimensional necessária ao adequado assentamento do sistema porta-pronta. Embora muitas dessas inconformidades sejam aparentemente discretas quando avaliadas isoladamente, seus efeitos acumulativos podem impactar significativamente a conformidade final dos vãos, interferindo no funcionamento adequado das portas e favorecendo o surgimento de manifestações patológicas futuras, como fissurações, destacamentos de revestimento, fragilidade localizada da alvenaria, desalinhamento e comprometimento da função das portas, bem como dificultar eventuais procedimentos de manutenção corretiva do sistema instalado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática central deste estudo buscou compreender como a ausência de compatibilização entre projeto, execução dos vãos e fabricação das portas internas em MDF contribui para a ocorrência de incompatibilidades geométricas, retrabalho e perdas produtivas em edificações residenciais. A partir das análises desenvolvidas, verifica-se que o problema não se restringe à etapa de instalação das portas, estando diretamente associado à deficiência de planejamento preventivo e à inexistência de protocolos contínuos de monitoramento geométrico durante todas as etapas de execução da obra.

Embora os 02 (dois) edifícios analisados apresentem características arquitetônicas distintas - sendo o Ed. *Catedral Tower Residence* um edifício vertical multifamiliar de alto padrão e o Ed. *Studio Way* um empreendimento voltado à racionalização espacial e padronização executiva — ambos evidenciaram a importância do controle dimensional contínuo para a adequada compatibilização entre as etapas executadas no canteiro de obras e os sistemas industrializados de porta-pronta em MDF.

No caso do Ed. *Catedral Tower Residence*, onde não foi possível realizar a visita técnica *in loco*, em razão de a edificação já se encontrar concluída e em funcionamento no período da pesquisa, as informações foram obtidas por meio de entrevista técnica realizada com o engenheiro responsável pela obra. Os dados coletados permitiram compreender as dificuldades enfrentadas durante a fase de acabamento, especialmente no que se refere à perda gradual da altura útil dos vãos, desalinhamentos localizados e necessidade de ajustes corretivos durante a instalação do sistema porta-pronta em MDF. Nesse edifício houve a necessidade de retrabalho em alguns pavimentos devido à alteração das dimensões padronizadas dos vãos após a execução do piso acabado. Nessas situações, os desvios dimensionais exigiram reenquadramentos manuais, reparos corretivos e demolições pontuais de alvenaria, comprometendo não apenas a produtividade da montagem, mas também o desempenho funcional e estético dos sistemas porta-pronta antes mesmo da inauguração da obra e sua utilização definitiva.

O caso do Ed. *Catedral Tower Residence* evidenciou um cenário marcado pela predominância de práticas corretivas e ausência de monitoramento preventivo. Identificou-se a inexistência de levantamento “*as-built*”, falhas de compatibilização entre projeto e execução, além da fabricação das portas baseada exclusivamente nas cotas nominais previstas em projeto. Como consequência, conclui-se que houve retrabalho, desperdício de materiais, atrasos na etapa

de acabamento e transferência para o canteiro de atividades corretivas que deveriam ter sido eliminadas ainda nas fases preliminares de instalação das portas-prontas em MDF.

Contudo, na obra do Ed. *Studio Way*, ainda em fase de execução, foi possível a visita técnica como referência prática complementar para observação direta dos procedimentos executivos adotados em canteiro de obras. Assim, foi possível acompanhar os mecanismos de controle geométrico e altimétrico empregados durante a execução da alvenaria, contrapiso e monitoramento das cotas dos vãos, permitindo verificar como a equipe técnica buscou antecipar problemas semelhantes aos identificados anteriormente no Ed. *Catedral Tower Residence*.

Durante a visita ao Ed. *Studio Way*, observou-se a adoção de procedimentos voltados ao acompanhamento geométrico preventivo dos vãos, incluindo conferência de cotas executivas, controle altimétrico da laje estrutural, alinhamento das paredes, utilização de referências físicas de nivelamento (taliscas) e monitoramento da altura útil destinada à instalação das portas internas em MDF. Embora ainda tenham sido identificadas pequenas perdas dimensionais decorrentes da acumulação de variações entre laje, contrapiso e acabamento final, verificou-se uma preocupação preventiva que não foi identificada no estudo de caso anterior.

Essa comparação entre os dois empreendimentos permitiu compreender que a compatibilização geométrica não depende apenas da qualidade do produto industrializado, mas principalmente, da capacidade de integração entre planejamento, monitoramento e execução da obra. Enquanto no Ed. *Catedral Tower Residence* as falhas foram identificadas apenas durante a instalação das portas-prontas em MDF, no Ed. *Studio Way* observou-se uma antecipação diagnóstica das possíveis inconformidades ainda nas etapas de execução da alvenaria.

As evidências demonstram que pequenas variações relacionadas ao nivelamento da laje estrutural, espessura do contrapiso, regularização dos revestimentos, interferências das instalações embutidas e alinhamento da alvenaria podem comprometer progressivamente a conformação final dos vãos. Verificando-se ainda que, mesmo quando essas inconformidades se apresentam dentro de limites aparentemente toleráveis de forma isolada, seus efeitos acumulativos tornam-se significativos em empreendimentos multifamiliares caracterizados pela repetitividade executiva dos pavimentos.

A análise comparativa desenvolvida nessa pesquisa permitiu ainda associar os resultados obtidos nos estudos de caso com referências nacionais e internacionais de racionalização construtiva. O modelo sueco de construção industrializada, fundamentado em tolerâncias rigorosamente controladas e utilização de gabaritos metálicos, demonstrou que a precisão geométrica reduz drasticamente a necessidade de ajustes corretivos em canteiro de

obras. De forma semelhante, o protocolo paulista de “vão garantido”, baseado na utilização de pré-quadros e conferência antecipada do prumo, nível e esquadro, evidencia que o controle preventivo contribui diretamente para a racionalização da instalação das portas industrializadas.

Por outro lado, ainda que casos sejam inseridos no contexto amazônico, não foi identificado qualquer controle ambiental associado às condições de umidade presentes na obra. Apesar da elevada umidade relativa do ar característica da região Norte do Brasil, não há essa preocupação quanto o comportamento higroscópico das portas em MDF na etapa de execução da obras. Isso pode potencializar problemas futuros como empenamento, expansão volumétrica e estufamento dos batentes quando inexistem tratamentos preventivos específicos ou protocolos adequados de uso e manutenção dos componentes industrializados. Nesse sentido, práticas como utilização de higrômetros digitais, controle da umidade residual dos substratos e sincronismo logístico da instalação não estão presentes nos casos analisados.

Do ponto de vista normativo, as inconformidades observadas evidenciaram situações incompatíveis com os requisitos estabelecidos pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013), especialmente no que se refere à procedimentos de controle geométrico que garantam adequada funcionalidade, durabilidade, estanqueidade e desempenho das vedações verticais internas. Paralelamente, reforça-se a necessidade de precisão dimensional e adequação geométrica dos vãos como condição essencial para assegurar o correto funcionamento das portas internas em MDF.

Conclui-se, portanto, que a industrialização da construção civil exige níveis de precisão incompatíveis com práticas artesanais corretivas ainda recorrentes em obras convencionais. A eficiência dos sistemas porta-pronta em MDF depende diretamente da implementação de estratégias preventivas de controle geométrico, monitoramento técnico contínuo e coordenação eficiente entre projeto, execução e fabricação dos kits porta pronta.

Desse modo, o estudo demonstra que a adoção de controles geométricos e altimétricos preventivos contribui significativamente para minimizar incompatibilidades executivas, reduzir retrabalhos, racionalizar os processos produtivos e promover maior eficiência na instalação das portas industrializadas. Além disso, a pesquisa evidencia a importância da compatibilização prévia entre os projetos de instalações prediais e os elementos construtivos vinculados aos sistemas industrializados, de modo a minimizar interferências executivas e assegurar maior desempenho funcional, qualidade estética, durabilidade e confiabilidade ao conjunto vão-porta ao longo da vida útil da edificação.

5.1 Recomendações para compatibilização de vãos e portas prontas em MDF.

Sugere-se que futuras construções adotem protocolos preventivos de planejamento, controle e monitoramento dimensional desde as etapas iniciais da obra, visando assegurar a compatibilização entre projeto, execução dos vãos, fabricação e instalação de portas-prontas internas em MDF.

Dentre as principais recomendações técnicas, destacam-se: realização de conferências geométricas contínuas dos vãos; controle de prumo, nível, esquadro e alinhamento; monitoramento altimétrico da laje, contrapiso e revestimentos; utilização de gabaritos, pré-quadros e referências físicas de nivelamento (taliscas); além da execução de medições geométricas e elaboração de “*as-built*” antes da fabricação definitiva das portas.

Recomenda-se ainda a incorporação de tecnologias de medição tridimensional, mapas de nivelamento e inspeções periódicas durante a execução da alvenaria e acabamentos, de modo a reduzir retrabalhos, desperdícios e incompatibilidades geométricas.

Dada a elevada sensibilidade higroscópica do MDF, é imperativo que o local de armazenamento das portas na obra receba um controle rigoroso de umidade para evitar manifestações patológicas como empenamentos, estufamentos e dilatações excessivas. Recomenda-se a utilização de higrômetros digitais para o monitoramento contínuo das condições ambientais, visando manter a umidade relativa do ar na faixa ideal entre 40% e 60% antes da instalação. As portas devem ser estocadas obrigatoriamente em local coberto, ventilado e protegido da chuva, sendo mantidas na posição vertical e apoiadas sobre calços que as mantenham afastadas do piso para evitar a absorção de umidade por capilaridade. Essas diretrizes preventivas de armazenamento são fundamentais para preservar a estabilidade dimensional e o desempenho funcional do conjunto industrializado, mitigando riscos de perdas de material ou danos técnicos antes mesmo da montagem final no sistema de vedação.

Por fim, ressalta-se que o sucesso dos sistemas porta-pronta em MDF depende diretamente da integração entre planejamento, execução, monitoramento técnico e controle dimensional contínuo, em conformidade com os requisitos estabelecidos pelas normas técnicas, NBR 15930-1-2:2011 e NBR 15575-4:2013, assegurando maior produtividade, durabilidade, desempenho funcional e qualidade final das edificações.

REFERÊNCIAS

ABIMCI. *Manual de portas de madeira para edificações*. Curitiba: Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15930-1: Portas de madeira para edificações – Parte 1: Terminologia e simbologia**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15930-2: Portas de madeira para edificações — Parte 2: Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-4: Edificações habitacionais — Desempenho — Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AZEREDO, Hélio Alves de. *O edifício até sua cobertura*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BALLAROTTI, C. Diretrizes normativas relativas a portas de madeira e edificações. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, 9., 2013, Maringá. Anais... Maringá, 2013.

BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de; SABBATINI, Fernando Henrique. *Diretrizes para o processo de produção de vedações verticais*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

BARROS, M. M. B.; SABBATINI, F. H. *Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2003.

CARIOBA. Como instalar um Kit Porta Pronta: passo a passo para acertar na montagem. Bananal, SP: Soluções Carioba, 2025. Disponível em: <https://solucoescarioba.com.br/>. Acesso em: 15 jun. 2026.

CONCREM. Manual Técnico: Kit Porta Pronta – MAT01. Concrem Portas Premium. Disponível em: <www.concremportas.com.br>

FORMOSO, Carlos Torres et al. *Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor*. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

ISCHEBECK TITAN NORTH AMERICA. TITAN Formwork for Openings. Disponível em: <https://www.ischebeckna.com/productgroup/titan-formwork-for-openings/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

KOSKELA, Lauri. *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford: Stanford University, 1992.

LAVRASUL. Manual de Instalação e Manutenção. Canoinhas, SC: Compensados e Laminados Lavrasul S.A. Disponível em: www.lavrasul.com.br

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: PINI

APÊNDICES

APÊNDICE A — Ed. Cathedral Tower Residence - Questionário.

Tema: Compatibilidade dimensional entre vãos e portas internas de MDF.

Identificação do instrumento

Tipo de pesquisa: estudo de caso.

Respondente: engenheiro responsável técnico pela obra.

Objetivo: analisar a compatibilidade dimensional entre vãos e portas internas de MDF, identificando causas, impactos e diretrizes técnicas para prevenção de falhas em futuras obras.

Figura A1 — Questionário técnico: Edifício Cathedral Tower Residence (pág.01/03).

QUESTIONÁRIO TÉCNICO

Compatibilidade dimensional entre vãos e portas internas de MDF – Obra concluída

Identificação do Instrumento

Tipo de pesquisa: Estudo de caso
Respondente: Engenheiro responsável técnico pela obra
Objetivo: Analisar a compatibilidade dimensional entre vãos e portas internas de MDF, identificando causas, impactos e diretrizes técnicas para prevenção de falhas em futuras obras.

BLOCO 1 – CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

- Tipologia da obra:**
 - ☐ Residencial unifamiliar
 - ☒ Residencial multifamiliar
 - ☐ Uso misto
- Sistema construtivo predominante nos vãos internos:**
 - ☒ Alvenaria convencional
 - ☐ Alvenaria estrutural
 - ☐ Drywall
 - ☐ Outro: _____
- Situação da obra no momento da análise:**
 - ☐ Obra recém-concluída
 - ☒ Obra em uso

BLOCO 2 – IDENTIFICAÇÃO DA OBRA

- Nome da obra: Cathedral Tower Residence
- Construtora: VEX Construções
- Macapá/ AP: Av. General Guaján, 603
- Ano de conclusão da obra: 2022

Figura A2 — Questionário técnico: Ed. Cathedral Tower Residence (pág.02/03).

8. Tempo decorrido desde a entrega (Habite-se):

- ☐ Menos de 6 meses
☐ Entre 6 meses e 1 ano
☒ Entre 1 e 2 anos
☐ Mais de 2 anos

BLOCO 3 – PROJETO E COMPATIBILIZAÇÃO9. Os projetos arquitetônicos apresentavam **detalhamento adequado dos vãos de portas internas** (dimensões, níveis e tolerâncias)?

- ☐ Sim
☒ Parcialmente
☐ Não

10. Houve **compatibilização entre projeto arquitetônico, execução dos vãos e sistema de portas de MDF?**

- ☐ Sim
☒ Parcialmente
☐ Não

11. As portas de MDF foram definidas com base em:

- ☐ Medidas de projeto
☐ Medidas reais dos vãos (as-built)
☒ Medidas padrão de mercado

12. A falta de compatibilização contribuiu para dificuldades na instalação das portas?

- ☐ Sim
☐ Não
☒ Em alguns casos

BLOCO 4 – CONTROLE DIMENSIONAL DOS VÃOS13. Antes da instalação das portas, foi realizado **controle dimensional formal dos vãos?**

- ☒ Sim
☐ Não

Figura A3 — Questionário técnico: Edifício Catedral Tower Residence (pág.03/03).

14. Parâmetros verificados (assinale os aplicáveis):

- ☒ Altura
- ☒ Largura
- ☒ Prumo
- ☒ Nível
- ☒ Esquadro
- ☐ Espessura da parede

15. Instrumentos utilizados para medição:

- ☐ Trena metálica
- ☐ Trena a laser
- ☒ Nível de bolha
- ☐ Nível a laser
- ☒ Prumo

16. Frequência de vãos fora de conformidade:

- ☐ Rara
- ☒ Ocasional
- ☐ Frequente

BLOCO 5 – PREPARAÇÃO DOS VÃOS (ANTES DA INSTALAÇÃO)

17. Os vãos passaram por regularização específica antes da instalação das portas de MDF?

- ☒ Sim, em todos os vãos
- ☐ Parcialmente
- ☐ Não

18. O sistema de portas de MDF foi definido em qual fase da obra?

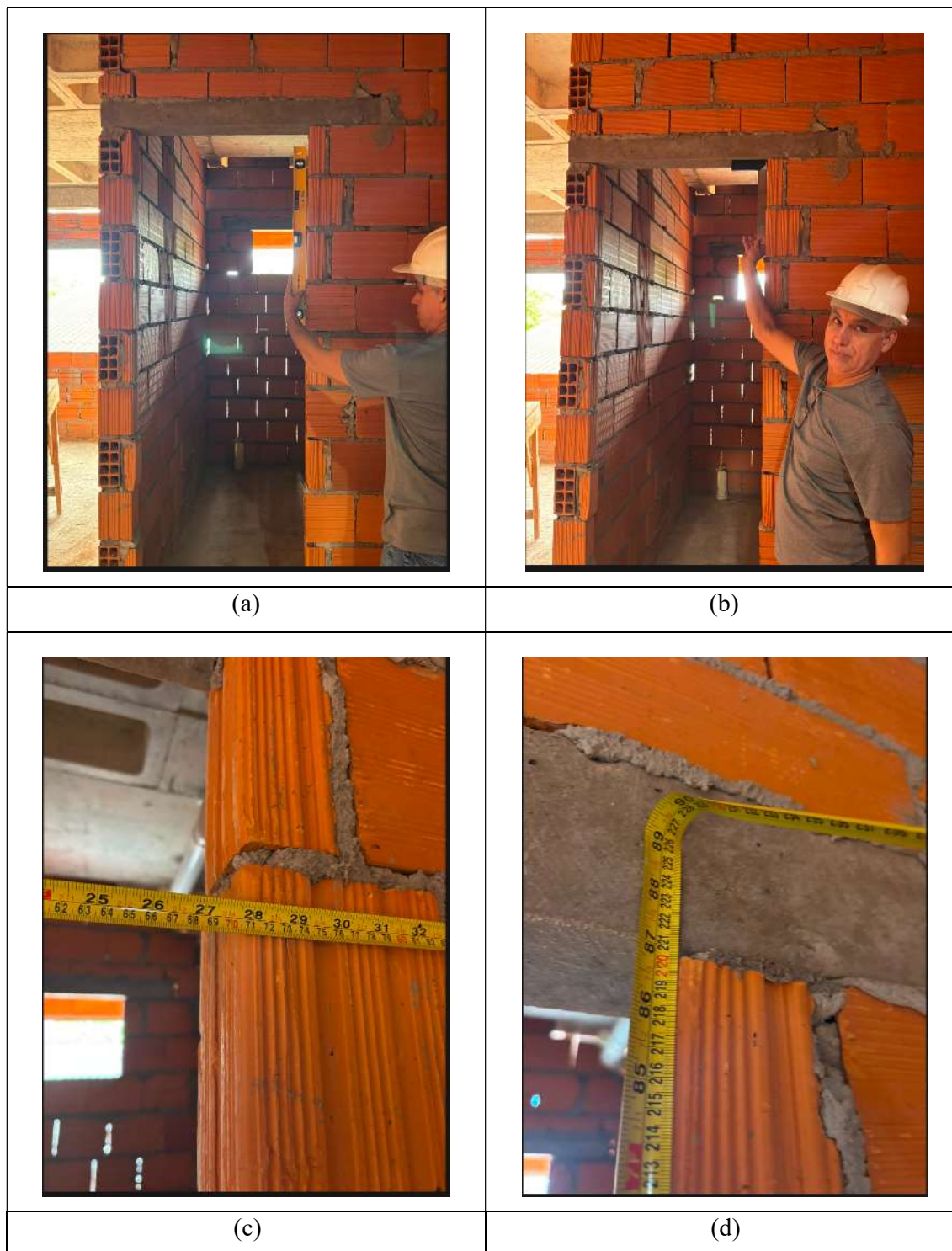
- ☒ Projeto executivo
- ☐ Início da execução
- ☐ Fase de acabamento
- ☐ Após identificação de problemas

19. O planejamento inicial dos vãos foi compatível com o sistema de portas adotado?

- ☒ Totalmente compatível

APÊNDICE B — Ed. Studio Way - Registro fotográfico.

Figura B1 — Ed. Studio Way. Vão 01: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B2 — Ed. Studio Way. Vão 02: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



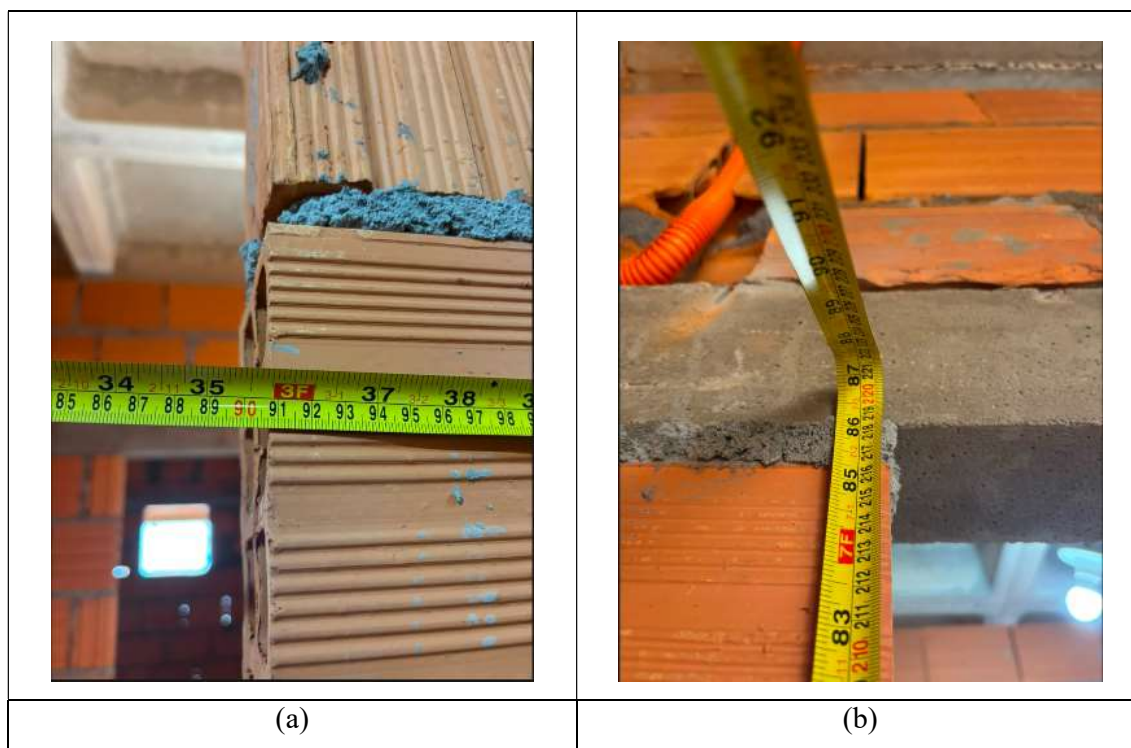
Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B3 — Ed. Studio Way. Vão 03: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B4 — Ed. Studio Way. Vão 04: (a) largura e (b) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B5 — Ed. Studio Way. Vão 05: (a) largura e (b) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B6 — Ed. Studio Way. Vão 06: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B7 — Ed. Studio Way. Vão 07: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).

Figura B8 — Ed. Studio Way. Vão 08: (a) nível; (b) esquadro; (c) largura e (d) altura.



Fonte: Próprio autor (2026).