



**Universidade Politécnica
A POLITÉCNICA**

**INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
(ISGCT)**

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO
MODULAR E CONVENCIONAL NA INDÚSTRIA DA
CONSTRUÇÃO EM MOÇAMBIQUE**

PRISCÍLIA GLÓRIA JOÃO SIMIONE CHIRINDZA

(Estudante número 20230367)

Supervisora: Anastácia da Graça Salvador Machaieie Chale

Maputo, Agosto de 2025

PRISCÍLIA GLÓRIA JOÃO SIMIONE CHIRINDZA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO
MODULAR E CONVENCIONAL NA INDÚSTRIA DA
CONSTRUÇÃO EM MOÇAMBIQUE**

Monografia apresentada ao Instituto Superior de Gestão Ciências e Tecnologias
como requisito básico para a obtenção da licenciatura em Engenharia Civil.

Orientadora: Anastácia da Graça Salvador Machaieie Chale

Maputo, Agosto de 2025

FOLHA DE APROVAÇÃO

PRISCÍLIA GLÓRIA JOÃO SIMIONE CHIRINDZA

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO MODULAR E CONVENCIONAL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO EM MOÇAMBIQUE

MEMBROS DO JÚRI

Alberto Andissene
(Presidente)

Arsênio João Zandamela
(Arguente)

Anastácia da Graça Salvador Machaieie Chale
(Supervisora)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Priscília Glória João Simione Chirindza declaro por minha honra que a presente Monografia é exclusivamente da minha autoria, não constituindo cópia de nenhum trabalho realizado anteriormente e as fontes usadas para a realização do trabalho encontram-se referidas na bibliografia.

Assinatura: _____

Maputo, Agosto de 2025

DEDICATÓRIA

Ao meu anjo no céu, que tive o privilégio de chamar Mãe na terra!

Estarás sempre no meu coração, Dona Maria Celeste Simione!

(Em memória)

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer palavra, elevo a minha mais profunda gratidão a Deus. A Ele, que é o autor da minha vida e da minha história, dedico esta conquista. Foi Ele quem guiou-me desde o primeiro passo, quem sustentou os meus dias mais difíceis e celebrou comigo as pequenas vitórias ao longo do caminho. Em todos os momentos, bons ou maus, senti a Sua presença e o Seu amor infinito. Devo tudo a Ele, pois verdadeiramente, *o Senhor é o meu Pastor e nada me faltará*.

Agradeço, com igual profundidade, à minha tutora, Mestre Anastácia Chale, por ter sido mais do que uma orientadora foi uma verdadeira mentora, cujos ensinamentos e apoio foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. A sua dedicação e disponibilidade fizeram toda a diferença, e serei eternamente grata por isso.

Aos meus familiares, que caminharam comigo nesta jornada académica com amor e firmeza, expresso o meu carinho e agradecimento. De forma especial, ao casal Abel Francisco Otacala e Teresa Beatriz Otacala, meus tios que com ternura e responsabilidade, assumiram o papel de pais e encarregados após o falecimento da minha mãe. Sei que de onde ela estiver, ela se orgulha do caminho que percorri.

Aos demais tios e tias que desempenharam um papel crucial no meu bem-estar emocional— mãe Ana, tia Paula, tia Chica, tia Vivi— e aos meus irmãos e primos, o meu muito obrigada por todo apoio, seja ele directo ou indirecto. Cada gesto, cada palavra de incentivo, teve um peso imenso na minha trajectória.

Aos meus amigos de longa data e colegas de faculdade, que trouxeram leveza e alegria ao percurso, deixo meu agradecimento cheio de afecto. Em especial ao grupo *Goofy Squad*— Neyd, Nicole, Miriam, Sheila e Vivia— cuja presença tornou os dias mais leves e as memórias mais bonitas. Sem vocês, o caminho teria sido mais difícil e certamente menos divertido.

A todos que, com generosidade e disponibilidade, participaram e ajudaram na partilha do meu inquérito, deixo a minha mais sincera gratidão. Cada resposta e cada gesto de apoio foram fundamentais para a construção desta monografia, e levarei comigo não só os dados recolhidos, mas também o carinho e o voto de confiança que recebi ao longo deste processo.

Muito obrigada, de coração.

**INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
(ISGCT)
UNIVERSIDADE POLITÉCNICA
A POLITÉCNICA**

**PARECER DA SUPERVISORA QUANTO AO TRABALHO DO FIM DO CURSO
APRESENTADO PELA FINALISTA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL**

Priscília Glória João Simione Chirindza, finalista do curso de Engenharia Civil, propõe para a culminação dos seus estudos um trabalho de investigação aplicado que leva o título “Estudo Comparativo entre o Método Modular e Convencional na Indústria da Construção em Moçambique”.

O corpo principal do trabalho é constituído por VI capítulos.

A Finalista dedica nos capítulos I, II e III a relevância do tema e conceptualização teórica e à abordagem metodológica que lhe é compatível, proporcionando assim as ferramentas teóricas básicas para compreender ambos métodos construtivos (modular e convencional) de modo a compara-los e avaliar a sua relevância para a modernização do sector construtivo em Moçambique.

A candidata junta ao trabalho uma relação exaustiva da bibliografia consultada, esta constitui mais uma contribuição para o enriquecimento do estado actual do conhecimento para avaliar a eficiência e a viabilidade de ambos métodos construtivos.

Nos capítulos IV e V, está patente o cenário que caracteriza os testes qualitativos e quantitativos da comparação de ambos métodos construtivos, trazendo também resultados da leitura e interpretação dos dados recolhidos para a pesquisa assim como a influência dos participantes no inquérito aplicado, mostrando a viabilidade do uso do método modular em comparação ao método convencional, no contexto moçambicano e no capítulo VI abordagem das conclusões e recomendações.

É útil recordar que a indústria de construção já passou do período de protecção em que, o mercado nacional era dominante e que não havia disputa com empresas internacionais, caracterizadas por possuírem modernos sistemas de gestão volitantes para os seus clientes (internos e externos), auto grau de produtividade e primazia pela qualidade dos seus serviços e produtos.

Na actual realidade caracterizada pela crescente concorrência deve se procurar garantir a sobrevivência do produto nacional, dotando-o de condições técnico-administrativas básicas para concorrer num cenário onde o domínio do uso do sistema construtivo modular como alternativa ao sistema construtivo convencional no contexto nacional, deixa de ser um diferencial e passa a ser uma condição de pré-existência das empresas e profissionais de construção para otimizar o tempo, eficiência e melhoramento de habitações do nível económico alto até ao nível mais desfavorecido.

A estrutura do trabalho obedeceu as normas e formalidades do trabalho de pesquisa.

Deste modo eu Anastácia da Graça Salvador Machaieie Chale, Engenheira Civil sou de parecer favorável a defesa do trabalho com a nota correspondente ao valor científico e a sua utilidade para a melhoria do tempo de execução das construções, eficiência, viabilidade e da qualidade dos edificios habitacionais usando o método modular em comparação ao método convencional, tanto por parte do sector público, como do sector privado.

Maputo, Agosto de 2025

A supervisora

Anastácia da Graça Salvador Machaieie Chale
(Eng^a Civil)

RESUMO

A modernização da indústria da construção civil constitui um desafio crucial para países em desenvolvimento como Moçambique, onde os métodos convencionais, ainda amplamente utilizados, se caracterizam por baixa padronização, desperdício de materiais, custos elevados e prazos de execução prolongados. Neste contexto, a construção modular emerge como uma abordagem inovadora, já consolidada internacionalmente, cuja proposta assenta na optimização de recursos, flexibilidade na execução e elevação da qualidade construtiva. Contudo, a sua implementação em Moçambique revela-se limitada por constrangimentos como a ausência de regulamentação específica, insuficiência de mão-de-obra qualificada, custos iniciais elevados, limitações logísticas e resistência à mudança tecnológica. Esta investigação teve como objectivo principal avaliar a eficiência e a viabilidade do método modular em comparação com o método convencional no sector da construção em Moçambique. Para tal, recorreu-se a uma triangulação metodológica, com base na revisão bibliográfica e inquérito estruturado (*Survey*). A análise contemplou variáveis técnicas, económicas, ambientais e operacionais. Os resultados demonstram que a construção modular apresenta vantagens expressivas em termos de sustentabilidade, rapidez e eficiência em projectos padronizados, embora a sua aplicabilidade plena requiera investimentos estratégicos. Conclui-se que o método modular representa uma via promissora para a modernização do sector, desde que sustentada por políticas públicas, incentivos institucionais, normalização técnica e capacitação profissional. Recomenda-se o reforço da formação especializada, o desenvolvimento industrial local e a sensibilização dos actores do sector quanto ao potencial transformador dos métodos construtivos industrializados.

Palavras-chave: Construção modular, Construção convencional, Modernização, Sustentabilidade, Eficiência produtiva.

ABSTRACT

The modernization of the construction industry represents a crucial challenge for developing countries such as Mozambique, where conventional methods, still widely used, are characterized by low standardization, material waste, high costs and prolonged execution times. In this context, modular construction emerges as an innovative approach, already consolidated internationally, with a focus on resource optimization, accelerated execution and enhanced construction quality. However, its implementation in the country remains limited by constraints such as the lack of specific regulations, shortage of qualified labour, high initial costs, logistical challenges and resistance to technological change. This research aimed to assess the efficiency and viability of the modular construction method in comparison to the conventional method within the Mozambican construction sector. A mixed-method approach was adopted, combining bibliographic review and structured survey techniques. The analysis encompassed technical, economic, environmental and operational variables. The results indicate that modular construction offers significant advantages in terms of sustainability, speed and efficiency for standardized projects, although its full applicability requires strategic investments. It is concluded that the modular method represents a promising pathway for the modernization of the sector, provided it is supported by public policies, institutional incentives, technical standardization and professional training. The study recommends strengthening specialized education, promoting local industrial development, and raising awareness among sector stakeholders regarding the transformative potential of industrialized construction systems.

Keywords: *Modular construction, Conventional construction, Modernization, Sustainability, Productive efficiency.*

ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO I	1
1. Introdução	1
1.1. Delimitação espacial e temporal	2
1.2. Problema de investigação	3
1.2.1. Hipóteses	4
1.3. Objectivos do trabalho	4
1.3.1. Objectivo geral	4
1.3.2. Objectivos específicos	4
1.4. Justificativa para a escolha do tema	5
1.5. Descrição das características do ambiente de estudo	6
1.6. Organização do trabalho em capítulos	7
CAPÍTULO II	9
2. Revisão da literatura	9
2.1. Marco conceptual	9
2.1.1. Construção civil	9
2.1.2. Construção modular	11
2.1.3. Construção convencional	12
2.1.4. Eficiência e sustentabilidade na construção	14
2.2. Desenvolvimento circunstancial descritivo do fenómeno de estudo	15
2.2.1. Indústria da construção e o sector da construção em Moçambique	15
2.2.2. Sector dos materiais de construção em Moçambique	17
2.2.3. Cadeia de valor do sector da construção em Moçambique	17
2.2.4. Desafios na indústria de construção moçambicana	18
2.3. Marco teórico	20
2.3.1. Classificação da construção modular	20
2.3.1.1. Construção volumétrica	20
2.3.1.2. Construção com painéis	22
2.3.1.3. Construção semi- volumétrica	22
2.3.1.4. Sub- sistemas e componentes	23
2.3.2. Tipologias da construção modular	24
2.3.2.1. Construção modular de contentores	25
2.3.2.2. Sistema de construção modular “full-scale”	26
2.3.2.3. Sistema de construção modular em 3D	26
2.3.2.4. Sistema de “podium” modular	27
2.3.2.5. Construção modular com drywall (paredes de gesso)	28

2.3.2.6.	Construção modular com betão pré-fabricado	29
2.3.2.7.	Sistema de construção modular em madeira	30
2.3.2.8.	Construção modular com light steel frame (Estrutura metálica)	31
2.3.2.9.	Construção modular de alumínio	33
2.3.3.	Procedimentos e faseamento construtivo	35
2.3.3.1.	Fundação	35
2.3.3.2.	Paredes e fechamento	36
2.3.3.3.	Isolamento acústico	36
2.3.3.4.	Isolamento térmico	37
2.3.3.5.	Instalações sanitárias, hidráulicas e eléctricas	38
2.3.3.6.	Lajes e cobertura	38
2.3.3.7.	Revestimento	39
2.3.3.8.	Acabamentos	40
2.3.4.	Construção modular VS construção convencional	40
2.3.4.1.	Planeamento	40
2.3.4.2.	Custos	44
2.3.4.3.	Segurança	46
2.3.4.4.	Qualidade	47
2.3.4.5.	Sustentabilidade	49
2.3.4.6.	Gestão de risco	51
2.4.	Marco referencial	54
2.4.1.	Estudos internacionais	54
2.4.1.1.	Projectos de destaque	54
2.4.2.	Estudos regionais (África)	55
2.4.2.1.	Projectos de destaque	55
2.4.3.	Estudos nacionais (Moçambique)	56
2.4.3.1.	Empresas de construção modular activas em Moçambique	56
2.4.3.2.	Projectos de destaque	57
2.4.3.3.	Afrin Prestige Hotel	58
2.4.3.4.	Construção da Vila Olímpica	58
CAPÍTULO III		61
3.	Metodologia de investigação	61
3.1.	Tipo de estudo e desenho de pesquisa	61
3.1.1.	Lógica da investigação	61
3.2.	Técnicas e instrumentos de recolha de dados	62
3.2.1.	Métodos de colecta e análise de dados	62
3.3.	População e amostra	63
3.4.	Procedimentos administrativos da selecção da amostra	64
3.4.1.	Critérios de inclusão	65
3.4.2.	Critérios de exclusão	65
CAPÍTULO IV		66
4.	Apresentação dos resultados	66
4.1.	Caracterização da amostra	66

4.2.	Nível de conhecimento e experiência sobre os métodos construtivos	70
4.3.	Eficiência e desempenho	71
4.4.	Viabilidade e sustentabilidade	75
4.5.	Preferência e decisão	78
CAPÍTULO V		80
5.	Discussão dos resultados	80
5.1.	Perfil dos participantes e implicações para a pesquisa	80
5.2.	Nível de conhecimento e experiência acerca dos métodos construtivos	82
5.3.	Eficiência e desempenho dos métodos construtivos	83
5.4.	Viabilidade dos métodos construtivos em Moçambique	87
5.5.	Sustentabilidade dos métodos construtivos	90
5.6.	Redução de custos indirectos	92
5.7.	Obstáculos à adopção da construção modular	94
5.8.	Vantagens percebidas da construção modular	96
5.9.	Preferência e decisão dos participantes	98
5.10.	Verificação das hipóteses da investigação	101
CAPÍTULO VI		104
6.	Conclusão e recomendações	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		108
APÊNDICE		112
GLOSSÁRIO		117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pirâmides do Egíto- Egíto Antigo	10
Figura 2: a) Fortaleza de Carcassone- França; b) Vista geral de The Crystal Palace- Londres.....	10
Figura 3: Evolução da economia moçambicana	16
Figura 4: Censo de empresas	16
Figura 5: Classificação da construção modular	20
Figura 6: a) Módulo tridimensional em fábrica; b) Ligação dos módulos	21
Figura 7: a) Montagem de painéis pré-fabricados; b) Montagem de painel de madeira	22
Figura 8: a) Sistema “podium” em instalações sanitárias; b) Painéis com estrutura de aço	23
Figura 9: a) Cobertura pré-montada; b) Tubulação e acessórios hidráulicos na estrutura modular	24
Figura 10: Estrutura principal de um contentor modular.....	25
Figura 11: Sistema de construção modular full scale (tamanho real).....	26
Figura 12: Sistema de construção modular com uso de equipamentos de impressora 3D ..	26
Figura 13: a) Estrutura de um "pódio" modular; b) Pódio modular montado;	28
Figura 14: a) Montagem das placas de gesso (Drywall); b) Estrutura metálica de suporte para sistema Drywall.....	29
Figura 15: Painel resistente (esquerda) e painel não resistente a (direita), ambas em corte vertical.....	29
Figura 16: Construções em painéis de betão pré-fabricados	30
Figura 17: Módulo com madeira estrutural	30
Figura 18: Construção modular em painéis de madeira OSB.....	31
Figura 19: Construção modular em painéis de madeira CLT	31
Figura 20: Secções de perfis de aço galvanizado mais usadas para estruturas LSF	32
Figura 21: Esquema estrutural de um edifício habitacional em LSF.....	33
Figura 22: a) Perfis de alumínio; b) Estrutura modular de alumínio	33
Figura 23: Período típico de construção, em percentagem da Construção Convencional (Brick and Block).....	42
Figura 24: Custo de construção dos vários métodos construtivos	45
Figura 25: Requisitos de qualidade dos edificios	47
Figura 26: Afrin Prestige Hotel.....	58
Figura 27: a) Fase 1 da construção da Vila Olímpica; b) Fase 2 da construção da Vila Olímpica.....	59
Figura 28: a) Interior da parede de um dos quartos; b) Interior da parede da casa de banho	59

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Grau de industrialização da construção civil.....	34
Quadro 2: Comparação de desperdício gerado pelos métodos construtivos	50
Quadro 3: Comparação entre o método modular e convencional	53
Quadro 4: Resumo das construções em LSF existentes em Maputo.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Perfil da população inquirida- Faixa etária.....	66
Gráfico 2: Perfil da população inquirida- Género.....	67
Gráfico 3: Perfil da população inquirida- Local de residência	67
Gráfico 4: Perfil da população inquirida- Sector de actuação	68
Gráfico 5: Distribuição do sector de engenharia da população inquirida	68
Gráfico 6: Perfil da população inquirida- Tempo de actuação.....	69
Gráfico 7: Distribuição do conhecimento dos inquiridos acerca do método modular.....	70
Gráfico 8: Análise de participação dos inquiridos relativamente a projectos modulares	70
Gráfico 9: Nível de conhecimento dos inquiridos relativamente a construção convencional	71
Gráfico 10: Distribuição das respostas quanto ao método mais rápido considerado pelos inquiridos	72
Gráfico 11: Distribuição das respostas quanto ao método mais económico em Moçambique.....	72
Gráfico 12: Distribuição das respostas quanto a maior qualidade na execução de projectos	73
Gráfico 13: Distribuição das respostas quanto a maior eficiência para projectos repetitivos/padronizados;	73
Gráfico 14: Distribuição das respostas quanto a maior eficiência para projectos personalizados e complexos.....	74
Gráfico 15: Distribuição das respostas quanto a mão-de-obra actual mais preparada	74
Gráfico 16: Distribuição das respostas quanto a viabilidade dos métodos construtivos	75
Gráfico 17: Distribuição das respostas quanto a sustentabilidade dos métodos construtivos	76
Gráfico 18: Distribuição das respostas quanto a redução dos custos indirectos dos métodos construtivos.....	76
Gráfico 19: Frequência de respostas quanto aos obstáculos á adopção do método modular	77
Gráfico 20: Frequência de respostas quanto às vantagens do método modular	78
Gráfico 21: Frequência de respostas quanto à escolha preferencial do método construtivo	79

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

CNC	<i>Computer Numerical Control</i> (Máquina de corte controlada por computador)
CLT	<i>Cross Laminated Timber</i> (Madeira Laminada Cruzada)
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i> (Doença causada pelo coronavírus identificado em 2019)
EPS	<i>Expanded Polystyrene</i> (Poliestireno Expandido, utilizado como camada isolante)
EUA	Estados Unidos da América
FFH	Fundo para o Fomento de Habitação
FME	Federação Moçambicana de Empreiteiros
IED	Investimento Estrangeiro Directo
INE	Instituto Nacional de Estatística
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
LSF	<i>Light Steel Frame</i> (Estrutura de Aço)
MBI	<i>Modular Building Institute</i>
MICOA	Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental
OIT	Organização Internacional do Trabalho
ONG	Organização Não Governamental
OSB	<i>Oriented Strand Board</i> (Painel de Tiras Orientadas)
PIB	Produto Interno Bruto
PRONAI	Programa Nacional de Apoio à Indústria
PU	Poliuretano (Camada isolante térmica e acústica)
PVC	Policloreto de Vinilo
REGEU	Regulamento de Edificações Urbanas
SAISC	<i>South African Institute of Steel Construction</i>
WRAP	<i>Waste and Resources Action Programme</i> (Programa de Acção sobre Resíduos e Recursos)

CAPÍTULO I

1. Introdução

A indústria da construção civil tem um papel estratégico no desenvolvimento socioeconómico dos países, sendo responsável pela infraestrutura essencial para a urbanização, habitação e expansão industrial. No entanto, esse sector enfrenta desafios persistentes, como elevados custos operacionais, desperdício de materiais, prazos extensos e impactos ambientais significativos (Smith, 2020:22). Segundo Gibb e Pendlebury (2018:50), para mitigar essas limitações, o aprimoramento dos métodos construtivos tem sido amplamente discutido, e a construção modular surge como uma alternativa promissora, trazendo consigo o potencial de maior eficiência e sustentabilidade em comparação com os métodos convencionais.

A construção modular caracteriza-se pela produção industrializada de módulos estruturais que, posteriormente, são transportados e montados no local da obra. Esse método possibilita uma redução expressiva nos prazos de execução, otimização no uso de materiais e melhoria na qualidade final da construção, uma vez que os processos produtivos são padronizados e ocorrem sob condições controladas (Lawson, Ogden & Bergin, 2012:18). Em países como Estados Unidos, China e Reino Unido, essa tecnologia tem sido adoptada com sucesso, principalmente em projectos de habitação, infraestrutura hospitalar e edificações comerciais (Bertram, Fuchs & Mischke, 2019:20).

No entanto, em Moçambique, a construção modular ainda enfrenta resistência e desafios estruturais para sua implementação, incluindo barreiras culturais, necessidade de adaptação às regulamentações locais e a percepção de altos custos iniciais. A construção convencional, por sua vez, continua sendo amplamente utilizada devido à disponibilidade de mão-de-obra, à familiaridade dos profissionais com esse método e às condições do mercado moçambicano. Nesse contexto, torna-se essencial uma análise comparativa entre o método de construção modular e convencional, a fim de avaliar sua aplicabilidade, vantagens e desafios no sector da construção civil no país.

Diante desse cenário, esta pesquisa propõe um estudo comparativo entre o método modular e convencional na indústria da construção em Moçambique, com o objectivo de fornecer subsídios técnicos e científicos que possam orientar profissionais, empresas e

formuladores de políticas públicas na tomada de decisão sobre a modernização do sector. Para tanto, a investigação é conduzida por meio de uma triangulação metodológica, combinando abordagens quantitativas e qualitativas, de modo com que o estudo contribua para um debate fundamentado sobre inovação e sustentabilidade na construção civil moçambicana, identificando caminhos para práticas mais alinhadas às demandas do sector.

1.1. Delimitação espacial e temporal

A presente pesquisa tem como delimitação espacial o sector da construção civil em Moçambique, com foco na análise comparativa entre o método modular e convencional. A investigação abrange o contexto nacional, dando especial atenção à Maputo província e Maputo cidade, regiões que concentram um volume expressivo de investimentos em infraestrutura e habitação, posicionando-se como o principal centro urbano e económico do país, permitindo uma análise mais representativa das dinâmicas do sector e dos desafios enfrentados na implementação de novas tecnologias construtivas.

A escolha desta área justifica-se pela disponibilidade de dados, pela presença de empresas actantes nos dois métodos construtivos em análise, bem como pela relevância estratégica da região para o desenvolvimento do sector.

Ainda que o foco empírico da pesquisa esteja centrado em Maputo, as informações e tendências observadas apresentam potencial para reflectir de maneira representativa o panorama nacional, considerando as realidades, semelhanças e especificações presentes nas restantes províncias.

No que se refere à delimitação temporal, o estudo abrange o período de 2015 a 2025, permitindo a análise da evolução das técnicas construtivas ao longo da última década. Esse recorte temporal possibilita avaliar as transformações no sector da construção civil, tanto em Moçambique quanto nos países seleccionados para comparação, considerando avanços tecnológicos, políticas públicas e impactos económicos.

Sempre que necessário, são incorporadas referências a períodos anteriores, de modo a contextualizar a evolução histórica das metodologias construtivas e estabelecer uma base analítica mais abrangente.

1.2. Problema de investigação

A indústria da construção civil em Moçambique enfrenta desafios estruturais significativos, como baixa eficiência produtiva, desperdício excessivo de materiais, altos custos operacionais e longos prazos de execução. Historicamente, o sector tem sido dominado pelo método convencional de construção, caracterizado pela predominância de processos artesanais e pela falta de padronização, o que impacta directamente a competitividade e a sustentabilidade das edificações no país.

Estudos indicam que a maioria das empresas que operam nas indústrias de construção e materiais de construção em Moçambique são micro, pequenas e médias, enfrentando dificuldades para competir com empresas internacionais devido ao seu tamanho e experiência (IGC, 2014:04).

A construção modular surge como uma alternativa inovadora, amplamente adoptada em diversos países devido à sua capacidade de reduzir o tempo de execução das obras, minimizar desperdícios e otimizar os custos de produção. Essa abordagem baseia-se na fabricação industrializada de módulos e elementos padronizados, que são posteriormente transportados e montados no local da obra, garantindo maior precisão e qualidade na construção (Karmod, 2023:07). Entretanto, sua implementação em Moçambique ainda é limitada, devido a factores como a ausência de regulamentação específica, desafios logísticos e resistência à mudança por parte dos agentes do sector.

Diante desse cenário, a modernização e industrialização do sector da construção tornam-se prioridades estratégicas para o desenvolvimento económico do país. O Programa Nacional Industrializar Moçambique (PRONAI), lançado em 2021, enfatiza a necessidade de transformação dos sectores produtivos, incluindo a construção civil, para torná-los mais eficientes e alinhados com as tendências globais de inovação e sustentabilidade (Gazettes Africa, 2021).

O problema central desta pesquisa reside na necessidade de **compreender em que medida a construção modular pode ser uma alternativa viável e eficaz à construção convencional para impulsionar a modernização e industrialização do sector da construção em Moçambique**. A investigação busca analisar comparativamente ambas abordagens, avaliando sua viabilidade técnica e económica, impacto ambiental, eficiência

produtiva e desafios de implementação. Dessa forma, pretende-se contribuir para o desenvolvimento de estratégias e políticas que promovam uma construção civil mais competitiva, sustentável e alinhada às exigências do crescimento urbano e industrial do país.

1.2.1. Hipóteses

Hipótese nula (H_0): A construção modular **não apresenta vantagens consideráveis** em relação à convencional no contexto moçambicano, sendo uma alternativa inviável ou pouco eficaz para impulsionar a modernização da indústria da construção, tanto em termos de custos, tempo de execução, impacto ambiental, sustentabilidade ou eficiência produtiva.

Hipótese alternativa (H_1): A construção modular **apresenta vantagens consideráveis** em relação à construção convencional no contexto moçambicano, sendo uma alternativa viável e eficaz para impulsionar a modernização da indústria da construção, proporcionando redução de custos, redução do tempo de execução, menor impacto ambiental e maior eficiência produtiva.

1.3. Objectivos do trabalho

1.3.1. Objectivo geral

- a) Avaliar a eficiência e a viabilidade do método modular em comparação com o método convencional na indústria da construção em Moçambique.

1.3.2. Objectivos específicos

- a) Descrever as principais características dos métodos modulares e convencionais, abordando materiais, processos construtivos e regulamentos aplicáveis em Moçambique;
- b) Comparar o custo e o tempo de execução das construções modulares e convencionais, avaliando sua eficiência económica e operacional;
- c) Analisar a qualidade das edificações resultantes de cada método, considerando aspectos como durabilidade, segurança e desempenho estrutural;
- d) Avaliar os impactos ambientais das duas abordagens, considerando factores como consumo de recursos naturais e desperdício de materiais;

- e) Investigar a viabilidade da implementação da construção modular em larga escala, em Moçambique, identificando desafios e oportunidades em relação ao mercado, políticas públicas e infraestrutura disponível.

1.4. Justificativa para a escolha do tema

A escolha do tema *Estudo comparativo entre o método modular e convencional na indústria da construção em Moçambique* justifica-se pela necessidade de identificar soluções construtivas mais eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis para o sector da construção civil no país. O método convencional, amplamente adoptado, apresenta desafios significativos, como altos custos de material e mão-de-obra, longos prazos de execução e elevada geração de resíduos. Em contrapartida, a construção modular tem se destacado internacionalmente como uma alternativa inovadora, oferecendo vantagens como maior rapidez na execução, redução do desperdício e melhor controle de qualidade. No entanto, sua aplicação em Moçambique ainda é incipiente, o que levanta questões sobre sua viabilidade técnica, económica e social no contexto local.

Embora diversos estudos apontem os benefícios da construção modular em mercados desenvolvidos, ainda há uma lacuna na literatura sobre sua aplicabilidade em países em desenvolvimento, especialmente em Moçambique. Factores como custo inicial de implementação, disponibilidade de materiais, qualificação da mão-de-obra e resistência cultural à mudança precisam ser analisados para compreender as reais possibilidades de adopção dessa técnica. Dessa forma, este estudo busca fornecer uma base comparativa sólida entre os métodos convencionais e modulares, permitindo avaliar seu desempenho em termos de custo, tempo de execução, impacto ambiental e aceitação no mercado moçambicano.

Além de sua relevância académica, este estudo apresenta uma contribuição prática fundamental. Os resultados poderão auxiliar empresas do sector da construção civil na tomada de decisões mais embasadas sobre a adopção de métodos construtivos inovadores, otimizando processos e reduzindo custos operacionais. Além disso, espera-se que esta pesquisa possa fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas que incentivem práticas construtivas mais sustentáveis e eficientes, alinhadas com as demandas do país.

Assim, ao estabelecer uma comparação detalhada entre as técnicas modulares e convencionais, esta pesquisa pretende não apenas enriquecer o debate académico, mas

também fornecer um instrumento útil para profissionais, investidores e formuladores de políticas. Com isso, busca-se contribuir para a modernização do sector da construção civil em Moçambique, tornando-o mais competitivo, sustentável e preparado para os desafios do futuro.

1.5. Descrição das características do ambiente de estudo

O presente estudo é conduzido no âmbito da indústria da construção civil em Moçambique, país situado na região austral do continente africano, fazendo fronteira com Tanzânia, Malawi, Zâmbia, Zimbábue, África do Sul e Essuatíni (antiga Suazilândia), além de possuir uma extensa faixa litorânea banhada pelo Oceano Índico. Moçambique apresenta uma economia em desenvolvimento, na qual, o sector de construção civil desempenha um papel estratégico na expansão da infraestrutura urbana, na dinamização do mercado imobiliário e no fomento ao crescimento económico.

A investigação tem como foco, a análise comparativa entre os métodos construtivos modular e convencional, considerando as particularidades regionais do país. Nas principais cidades a nível nacional, observa-se uma demanda crescente por soluções construtivas que aliem eficiência e sustentabilidade, impulsionadas pelo aumento populacional e pela urbanização acelerada. Em contrapartida, nas regiões periféricas e rurais, a implementação desses métodos enfrenta desafios relacionados ao acesso a materiais de construção, disponibilidade de mão-de-obra qualificada e infraestrutura logística.

O estudo abrange, empresas do sector da construção civil, fornecedores de materiais, engenheiros e demais profissionais envolvidos na concepção e execução de projectos construtivos, além de considerar a legislação e as normativas que regulamentam a actividade no país. Ademais, serão analisados factores ambientais, económicos e técnicos que influenciam a escolha e a viabilidade de cada método construtivo, com ênfase na sua aplicabilidade no contexto moçambicano.

A selecção deste ambiente de estudo, justifica-se pela necessidade de compreender os desafios e oportunidades associadas à adopção dos diferentes sistemas construtivos em Moçambique. Dessa forma, espera-se que a presente investigação contribua para a

formulação de estratégias que promovam maior eficiência, redução de custos e sustentabilidade na indústria da construção civil, no país.

1.6. Organização do trabalho em capítulos

Este trabalho está estruturado de forma a garantir a clareza e a coerência na apresentação dos conteúdos. A organização segue uma sequência lógica, iniciando com a introdução, onde se delineiam os principais elementos da pesquisa, seguida pela revisão da literatura, que fundamenta teoricamente o estudo. Em seguida, são apresentados os aspectos metodológicos, detalhando os procedimentos adoptados para a colecta e análise dos dados. Por fim, é exposta a conclusão do trabalho, estabelecendo os principais resultados da pesquisa. A estrutura do trabalho é descrita a seguir:

a) Capítulo 1 – Introdução

Este capítulo apresenta a contextualização do estudo, incluindo a delimitação espacial e temporal, o problema de investigação e suas hipóteses. Também são definidos os objectivos gerais e específicos, a justificativa para a escolha do tema e a descrição das características do ambiente de estudo.

b) Capítulo 2 – Revisão da literatura

A revisão da literatura é dividida em quatro partes principais:

- Marco Conceptual: Definição dos conceitos fundamentais que sustentam a pesquisa.
- Desenvolvimento Circunstancial e Descritivo: Contextualização do fenómeno de estudo, abordando sua relevância histórica e actual.
- Marco Teórico ou Fundamentação Teórica: Apresentação das principais teorias que sustentam a análise do tema.
- Marco Referencial: Revisão de estudos anteriores, tanto internacionais quanto regionais e nacionais, que contribuem para a compreensão do objecto de estudo, bem como seus resultados e discussões.

c) Capítulo 3 – Metodologia

Este capítulo descreve a abordagem metodológica adoptada, detalhando o tipo de estudo e o desenho de pesquisa, bem como o propósito e a lógica da investigação. Também são

abordadas as técnicas e instrumentos de colecta e análise de dados, a estratégia de análise, a caracterização da população e da amostra, além dos procedimentos administrativos para a selecção dos participantes.

Os procedimentos de amostragem incluem a definição do tipo de amostra, os critérios de inclusão e exclusão e os métodos de recolha de dados.

d) Capítulo 4 – Apresentação dos resultados

Apresentação, leitura e interpretação dos dados recolhidos para a pesquisa.

e) Capítulo 5 – Discussão dos resultados

Análise e explicação dos resultados observados e suas implicações, à luz dos modelos teóricos e estudos de outros autores apresentados na revisão da literatura.

f) Capítulo 6 – Conclusão e recomendações

Principais resultados do trabalho, conclusões dos capítulos e sugestões ou recomendações do trabalho.

g) Referências bibliográficas

Lista das fontes utilizadas para fundamentação teórica e metodológica da pesquisa, seguindo as normas de referência académica adoptadas.

CAPÍTULO II

2. Revisão da literatura

A revisão da literatura a seguir visa examinar os principais estudos e abordagens existentes sobre construção modular e construção convencional, com um foco específico na comparação entre esses dois métodos. A construção modular, uma abordagem inovadora que otimiza o tempo e os custos de construção, tem ganhado destaque como uma alternativa à construção convencional, que ainda predomina em muitos países, incluindo Moçambique. Esta revisão pretende explorar, por meio da literatura especializada, os factores eficiência, custo-benefício, agilidade e sustentabilidade de ambos métodos para adequar-se as demandas no sector da construção no país.

A comparação entre construção modular e convencional torna-se particularmente relevante no contexto de Moçambique, onde a crescente demanda por soluções habitacionais rápidas, acessíveis e sustentáveis exige alternativas inovadoras. Através desta revisão, busca-se compreender as características fundamentais de cada método, identificar suas vantagens e limitações, e avaliar qual abordagem é mais adequada para os desafios específicos da construção no país.

Esta revisão literária, está estruturada para fornecer uma visão abrangente sobre ambos métodos. Inicialmente, serão explorados os conceitos e os princípios básicos da construção modular e convencional, seguidos pela análise das tendências e inovações que têm moldado a construção modular nos últimos anos. A revisão continuará com uma comparação detalhada entre os dois métodos, destacando os factores que influenciam sua escolha e aplicação prática. Através dessa análise comparativa, pretende-se não apenas fundamentar a pesquisa, mas também oferecer uma base sólida para determinar qual método pode trazer os melhores resultados para o sector da construção em Moçambique.

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Construção civil

A construção civil é uma das actividades mais antigas da humanidade, datada a milhares de anos. Basicamente suas origens estão ligadas à necessidade do ser humano de abrigo e protecção contra as circunstâncias da vida.

De acordo com Souza (2015:25), a construção civil abrange a realização de obras que envolvem a edificação de estruturas físicas destinadas a abrigar actividades humanas, bem como o desenvolvimento de infraestruturas necessárias ao funcionamento de cidades e comunidades, como ruas, avenidas, pontes e redes de saneamento.

A construção civil tem raízes profundas, remontando à antiguidade, quando os primeiros seres humanos começaram a construir abrigos rudimentares. O Egito Antigo e a Mesopotâmia são conhecidos por suas grandes realizações, como as pirâmides e zigurates. No Império Romano, as inovações como o uso de betão e a construção de aquedutos e estradas marcaram um avanço significativo.



Figura 1: Pirâmides do Egito- Egito Antigo

Fonte: Oliveira e Fagundes (2024)

Durante a Idade Média, a construção civil esteve focada em castelos e catedrais, com o uso de pedra como material principal. No século XVIII, a Revolução Industrial trouxe o uso de novos materiais, como o ferro, e novas técnicas, permitindo a construção de grandes edifícios e infraestruturas, como pontes e ferrovias.



Figura 2: a) Fortaleza de Carcassonne- França; b) Vista geral de The Crystal Palace- Londres

Fonte: Oliveira e Fagundes (2024)

Com o tempo, a construção civil continuou a evoluir com o uso de betão armado, aço e técnicas mais sofisticadas de planeamento e execução, culminando nos métodos modernos, como a construção convencional e modular, que visam melhorar a eficiência, sustentabilidade e custos da construção.

Actualmente, a construção civil enfrenta novos desafios, dentre eles a sustentabilidade ambiental, com a necessidade de reduzir o consumo de recursos naturais, minimizando resíduos e incorporando tecnologias verdes; a eficiência energética, com a demanda por edifícios que consomem menos energia e são mais sustentáveis a longo prazo; e a integração de novas tecnologias, como a construção modular, a impressão 3D, a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial, para tornar a construção mais eficiente e económica (Oliveira e Fagundes, 2024:06).

2.1.2. Construção modular

A construção modular também chamada método modular de construção ou ainda *off-site*, pode ser considerada uma unidade pré-fabricada que é construída em fábrica (*off-site*) conforme processos e condições controlados, para depois ser transportada ao local de construção (*on-site*) (Oliveira, 2022:10). Estas unidades podem ser usadas individualmente ou podem ser adicionadas formando construções maiores e podem ser facilmente adaptadas para atender às necessidades específicas de um projecto, permitindo uma ampla gama de possibilidades arquitectónicas.

O *Modular Building Institute* (MBI), uma organização internacional sem fins lucrativos que estuda as tendências e divulga melhores práticas em Construção Modular, define esta especialidade da construção industrializada como “um método ou processo de construção onde módulos individuais são independentes ou montados em conjunto, para compor estruturas maiores” (Oliveira, 2022:12).

Este tipo de construção apresenta um vasto leque de vantagens entre elas uma construção ecológica e rápida, o que poderá permitir que num futuro próximo este método de construção se possa sobrepor à construção tradicional. Ao longo de todo este tempo, este método de construção tem vindo a sofrer alterações sobretudo relacionadas a aspectos sociais e económicos.

Este longo percurso da construção modular pode ser dividido em três etapas (Patinha, 2011) citado por Gonçalves (2013:05):

- Dos primórdios da humanidade e das primeiras civilizações humanas até ao início do século XVIII;

- Do início do século XVIII até à primeira metade do século XIX (Revolução Industrial);
- Da segunda metade do século XIX até aos dias de hoje.

Até aos dias de hoje, a construção modular tem vindo a evoluir. Grande parte desta evolução é devido ao aumento da qualidade e inovação dos materiais que se podem utilizar e dos equipamentos de auxílio (Modular Construction Solutions, 2012).

Vantagens do método modular de construção

A construção modular é vista como uma construção do futuro e para referência nessa aposta, são apresentadas um elevado número de vantagens. Essas vantagens são apresentadas de seguida:

- Custo reduzido pelo facto da sua construção ser realizada em fábrica, e também pela redução de tempo necessário à construção, o que diminui a mão-de-obra e o seu custo, que em muito inflaciona o preço na construção convencional;
- Tempo reduzido de construção bem como, dos resíduos produzidos;
- Possibilidade de adicionar mais módulos ao longo do tempo, caso seja necessário, e com maior facilidade;
- Eficiência energética superior, que leva a um menor consumo de energia e consequentemente um menor gasto em despesas;
- Todos os aspectos de montagem são controlados em fábrica;
- Método construtivo menos sujeito a problemas e defeitos pelo facto de ser padronizado;
- Possibilidade de fixação do preço total da habitação antes do início da obra, não estando posteriormente sujeito a variações de mercado e acréscimos de trabalho;
- Possibilidade de construção com condições meteorológicas adversas.

2.1.3. Construção convencional

O método convencional ou ainda, construção tradicional também chamado como alvenaria de vedação/construção, é popularmente conhecido pelo uso de betão armado para os seus elementos estruturais (vigas, pilares, lajes e fundações) e aço, com blocos de cerâmica para o fechamento e acabamento. É uma técnica moldada *in loco*, cuja função é concentrar as cargas actuantes geradas pela edificação e transmiti-las para o solo, sendo enraizada na

cultura a nível mundial, principalmente para projectos de edificações muito altas, sendo possível construir estruturas que são capazes de resistir ao desgaste e às condições climáticas adversas ao longo do tempo (Barboni, 2023:06)

De acordo com Oliveira e Fagundes (2024:08) citando Silva (2017), este método envolve a construção de uma estrutura no local, utilizando materiais como tijolos, betão, aço e madeira.

É um método amplamente utilizado que oferece flexibilidade, durabilidade e uma ampla gama de opções de *design*, uma vez que, os empreiteiros podem utilizar uma diversidade de materiais (betão, aço, madeira e vidro) e técnicas construtivas para atender às necessidades estéticas (*designs* personalizados, adaptação ao terreno, tecnologia e inovação) e funcionais do projecto, possibilitando a criação de edifícios únicos e personalizados.

Em projectos residenciais, por exemplo, a construção convencional permite que os proprietários adaptem cada ambiente de acordo com o seu gosto, desde o projecto no papel até os materiais para serem utilizados no acabamento, como pisos de madeira, bancadas de pedra, ou fachadas de vidro.

No entanto, embora este método de construção seja mais usado a nível mundial na indústria da construção, é necessário salientar que este método tem enfrentado enormes desafios que de certa forma influenciam no desenvolvimento do sector da construção.

Desafios do método convencional de construção

Faria, Gomes e Mendonça (2022) citados por Barboni (2023:07), destacaram algumas desvantagens deste método, citando que:

- A velocidade da construção convencional, é impactada pela ausência do processo industrial;
- Envolve maior tempo e mais material – por exemplo para secagem e cura do betão;
- Cada etapa é realizada separadamente, onerando no tempo de entrega da obra.
- O desperdício de material resulta em grande escala;

Salomão *et al.* (2019) citado por Barboni (2023:07) destaca ainda que, em relação às desvantagens, tem-se:

- Instalações hidráulicas e elétricas são realizadas somente quando a alvenaria está pronta, o que promove retrabalho com quebras de paredes e acabamento posterior com argamassa;
- Maior desperdício de água;
- Tempo mais longo no processo construtivo;
- Acumulação de sujeira e entulhos na obra.

2.1.4. Eficiência e sustentabilidade na construção

A busca por maior eficiência e sustentabilidade na construção civil, tem impulsionado a comparação entre os métodos modulares e convencionais. A eficiência no sector construtivo está relacionada à optimização de tempo, recursos e custos, enquanto que a sustentabilidade envolve a redução de impactos ambientais, desperdícios de materiais e consumo energético (Smith, 2020:40).

A construção modular, como dito anteriormente, destaca-se pela industrialização do processo construtivo, onde os módulos são fabricados em ambiente controlado e transportados para montagem no local de obra. Este método reduz significativamente os prazos de execução, melhora o controle de qualidade e minimiza desperdícios de materiais, promovendo maior sustentabilidade. Segundo a revista *El futuro de las obras es modular* (2025) o reaproveitamento de módulos e a possibilidade de desmontagem, facilitam a reutilização de estruturas reduzindo assim, o impacto ambiental.

Por outro lado, destacado anteriormente, a construção convencional embora amplamente utilizada a nível mundial, apresenta desafios em termos de eficiência e sustentabilidade devido à alta dependência de mão-de-obra, desperdício de materiais e prazos mais longos.

A comparação entre estes dois métodos, evidencia que a construção modular tende a ser mais eficiente e sustentável, principalmente devido à industrialização do processo, redução de desperdícios e menor impacto ambiental. No entanto, factores como custo inicial, aceitação no mercado e adaptação dos projectos devem ser considerados na escolha do método mais adequado, tratando-se do contexto moçambicano, que embora necessite de profunda avaliação, deve se ter em conta todos esses aspectos para de facto definir-se o método que mais se enquadre nos termos de eficiência e sustentabilidade.

2.2. Desenvolvimento circunstancial descritivo do fenómeno de estudo

2.2.1. Indústria da construção e o sector da construção em Moçambique

Durante o período pré- independência, a construção em Moçambique era influenciada pelas necessidades de infraestrutura para a economia colonial, especialmente em áreas urbanas como Lourenço Marques (actual Maputo), Beira e Nampula. Houve um foco na construção de assentamentos formais para a população europeia, enquanto a maioria dos moçambicanos vivia em áreas informais ou suburbanas, muitas vezes em habitações de baixo custo, como casas de caniço ou de madeira e zinco (Anjo, 2009:10).

Após a independência, Moçambique enfrentou um período de transição, com uma significativa saída de profissionais estrangeiros, incluindo arquitectos e engenheiros. Isso, combinado com a guerra civil subsequente, impactou a capacidade do país em expandir sua infraestrutura de maneira eficiente. As empresas de construção estavam sob a supervisão estatal do Ministério das Obras Públicas (Geremias, 2023:25).

Diz ainda Geremias (2023:28) que, após um período de crescimento mais lento entre 1999 e 2004, o sector da construção retomou sua taxa de crescimento acelerado entre 2005 a 2015, atingindo 12% ao ano. Desde 2004, o capital estrangeiro tem sido direccionado para projectos como o *Kenmare Heavy Sands* em Moma, na província de Nampula, e as minas de carvão mineral do Rio Tinto/Vale/*Beacon Hill* em Moatize, na província de Tete, desde 2007. O Investimento Estrangeiro Directo (IED) atingiu 592 milhões de dólares em 2008 (Banco de Moçambique, 2017).

A partir de 2009, empresas como ENI e Anadarko começaram a investir em projectos de exploração de gás natural na bacia de Rovuma, no norte do país (Ross, 2014). O IED atingiu seu valor máximo de 6,2 bilhões de dólares em 2013, representando 38% do PIB, mas caiu para 3,1 bilhões de dólares em 2016 (Banco de Moçambique, 2017; INE, 2017).

O sector da construção em Moçambique tem desempenhado um papel importante na expansão económica, tendo em conta que este sector impacta directamente para o desenvolvimento da economia nacional, isto é, referente a percentagem (%) do PIB- Produto interno bruto.

De acordo com Cruz, Fernandes, Mafambissa e Pereira (2019:03), este sector é vulnerável a flutuações económicas, como a crise da dívida após 2014, e ainda enfrenta desafios que exigem análise adicional e busca de políticas adequadas. Dizem ainda os mesmos autores que, a análise do sector de construção concentrou-se principalmente no período 1993-

2014, que pode ser considerado normal em termos de desempenho dos negócios, reformas, relativa estabilidade política e económica, com recuperação e expansão.

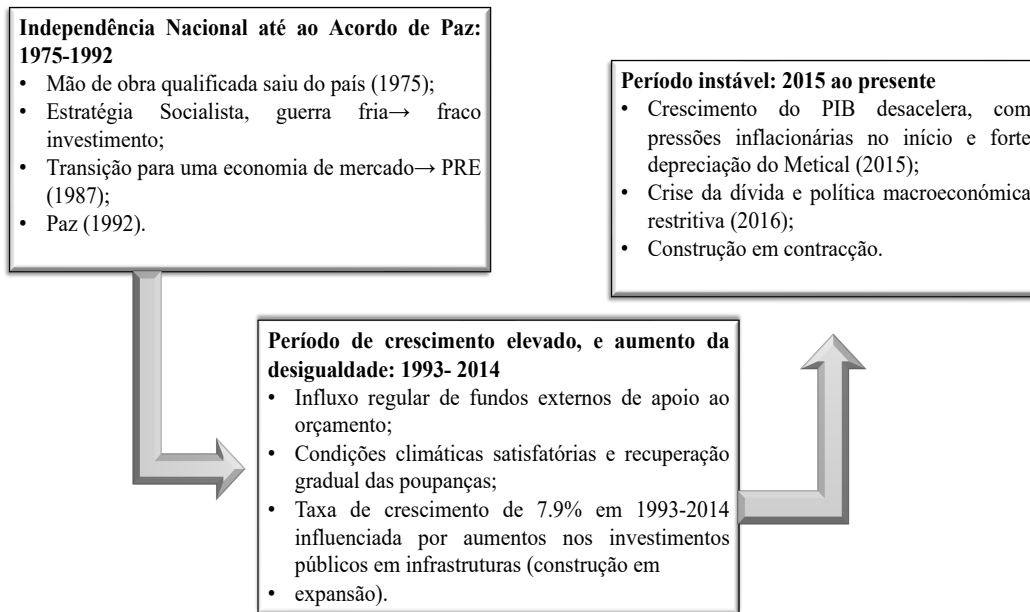


Figura 3: Evolução da economia moçambicana

Fonte: Cruz, Fernandes, Mafambissa e Pereira (2019)

Portanto, em 2014-2015, a maioria das empresas de construção eram pequenas, mas as grandes empresas empregavam a maioria dos trabalhadores no sector formal.

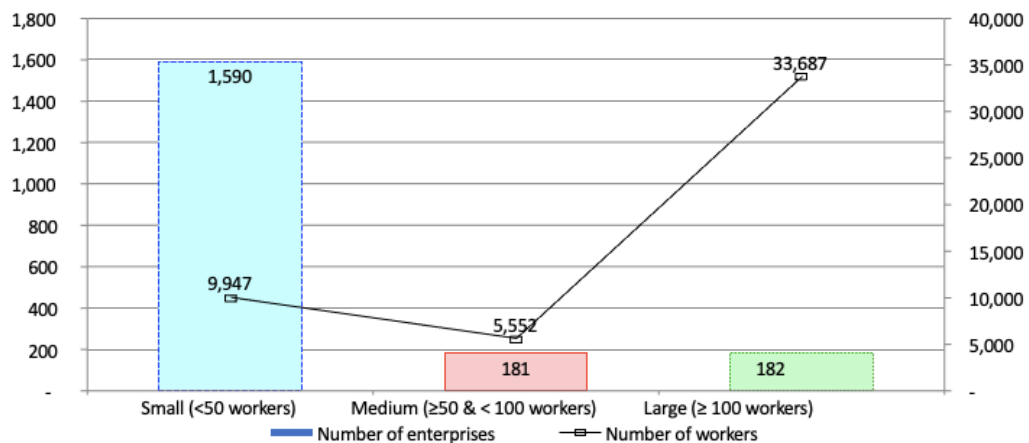


Figura 4: Censo de empresas

Fonte: INE (2017)

2.2.2. Sector dos materiais de construção em Moçambique

O número de empresas (184) e a estrutura da indústria de materiais de construção revelam que esta é mais fraca que a indústria da construção.

De acordo com Mophrh (2019:08), apresentam-se três características estruturais do sector de construção no país:

- A maioria das empresas que operam nas indústrias de construção e materiais de construção são micro, pequenas e médias. Devido ao seu tamanho e experiência, é difícil para essas empresas competirem com empresas internacionais da África do Sul, Portugal ou China.
- As empresas de materiais de construção enfrentam uma forte concorrência de materiais importados.
- Existe uma alta concentração de empresas de construção na província de Maputo, enquanto as empresas de materiais de construção estão fortemente representadas nas províncias de Sofala e Nampula.

2.2.3. Cadeia de valor do sector da construção em Moçambique

Segundo Cruz *et al.* (2019:8-9), a cadeia de valor no sector da construção em Moçambique requer que as actividades a montante e a jusante operem de maneira sincronizada. Isto porque, cerca de 15% da cadeia de valor a montante é produzida em Moçambique, que inclui a indústria da madeira e carpintaria, a indústria da cerâmica, a indústria do cimento e a extracção de pedras e areia. Consequentemente, todos os outros componentes a montante são importados representando cerca de 85% do total destes produtos: Metais básicos, ferragens, tubos e conexões, loiças sanitárias, vidro, material eléctrico, combustíveis, asfalto, betume e outros insumos metálicos e não metálicos.

O conhecimento da cadeia de valor é importante para que as políticas e estratégias públicas possam ser formuladas de modo a encorajar a produção local a montante, a actividade central da construção e por sua vez a economia nacional.

2.2.4. Desafios na indústria de construção moçambicana

A indústria de construção em Moçambique tem estado a enfrentar vários desafios relacionados com a gestão urbana e o desenvolvimento de infraestruturas. O crescimento populacional rápido, combinado com a crise económica e a falta de meios de gestão urbana, tem agravado a pressão sobre a infraestrutura existente. As áreas urbanas informais têm se expandido devido à falta de planeamento adequado, resultando em construções sem licenciamento em terrenos muitas vezes vendidos por autoridades locais ou donos tradicionais de terras. (Anjo, 2009:05)

Constata-se ainda, que esta indústria enfrenta desafios estruturais e operacionais que dificultam a modernização do sector. A falta de inovação em termos de técnicas e métodos construtivos tem impactos directos na eficiência, sustentabilidade e custo-benefício das edificações, o que reforça a necessidade de novas abordagens para sanar essas dificuldades.

Segundo Anjo (2009:05), os principais desafios na indústria de construção em Moçambique, são os seguintes:

- **Desigualdades sociais e o mercado imobiliário:**

O mercado imobiliário moçambicano é fortemente influenciado pelas desigualdades sociais existentes no país. A especulação fundiária é um problema recorrente e não é oficialmente reconhecida, o que impede a correcção dessas distorções.

- **Gestão e planeamento territorial:**

O Ministério para a Coordenação da Acção Ambiental (MICOA) é responsável pelo planeamento e ordenamento territorial em Moçambique. Entre suas funções, destacam-se a promoção e monitoramento da execução dos instrumentos de gestão territorial e a assessoria aos órgãos locais na implementação dessas políticas. Esse planeamento é crucial para garantir um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo.

- **Infraestrutura e reabilitação urbana:**

A reabilitação urbana tem sido uma necessidade em áreas informais para implementação de infraestruturas vitais. Contudo, o processo de reabilitação depende fortemente do valor de mercado das habitações, o que pode ser problemático em períodos de baixa valorização imobiliária.

Diz ainda Lopes (2007:10), acerca dos desafios que a indústria de construção moçambicana enfrenta no âmbito da construção predominante (tradicional /convencional):

- **Baixa produtividade e longos prazos de construção:**

A construção convencional em Moçambique ainda é predominantemente artesanal e depende fortemente de mão-de-obra intensiva. A falta de mecanização e a dependência de técnicas tradicionais resultam em projectos demorados e ineficientes.

- **Déficit habitacional e necessidade de soluções rápidas:**

O crescimento populacional e o fluxo migratório para áreas urbanas aumentam a demanda por habitação acessível e de qualidade. A construção convencional não consegue acompanhar essa necessidade, exigindo soluções mais ágeis e escaláveis.

- **Impacto ambiental e desperdício de materiais:**

O método de construção comumente usado, gera altos índices de desperdício de recursos como cimento, areia e tijolos. Falta de práticas sustentáveis aumenta a pegada ecológica do sector e encarece os projectos.

- **Falta de padronização e controle de qualidade:**

A construção convencional sofre com desvios de qualidade, retrabalho e falhas estruturais, devido à falta de padronização. A ausência de tecnologias de monitoramento reduz a eficiência e compromete a durabilidade das edificações.

Com base nos desafios apontados por Lopes (2007) e Anjo (2009), a indústria da construção em Moçambique enfrenta obstáculos que limitam seu desenvolvimento, como baixa produtividade, altos custos operacionais, concorrência desigual com empresas estrangeiras e escassez de mão-de-obra qualificada. Essas dificuldades têm impactado a eficiência do sector, tornando necessário o estudo de alternativas construtivas que possam contribuir para a superação dessas limitações.

Nesse contexto, a construção modular tem sido analisada como uma abordagem que pode oferecer maior eficiência produtiva, redução de desperdícios e melhor controle de qualidade. Ao permitir a fabricação de módulos em ambiente controlado, essa técnica pode ajudar a otimizar prazos, reduzir custos e minimizar impactos ambientais.

Portanto, diante dos desafios históricos da indústria da construção no país, é relevante

compreender como diferentes métodos construtivos, incluindo a construção modular, podem influenciar a modernização do sector e contribuir para a superação dessas dificuldades.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Classificação da construção modular

De acordo com Anti *et al.* (2017), o processo de Construção Modular permite reduzir a complexidade dos sistemas, produzindo-os, a partir de subsistemas menores – os Módulos, que podem ser projectados independentemente e que funcionam em conjunto. Ainda, este método, tem como características a padronização, pré-fabricação de subsistemas e instalações, resultando em processos mais eficientes, em termos de recursos e tempo (Rodrigues e Ferreira, 2021:03).

De acordo com Costa (2013), citado por França (2022:15) e Obra 7 (2023:05), o método de construção modular apresenta vários tipos, obedecendo classificações específicas, podendo ser executadas de diversas formas variando principalmente no sistema de estrutura, material e processos construtivos. Posto isto, a classificação da construção modular são as seguintes apresentadas na figura 5:

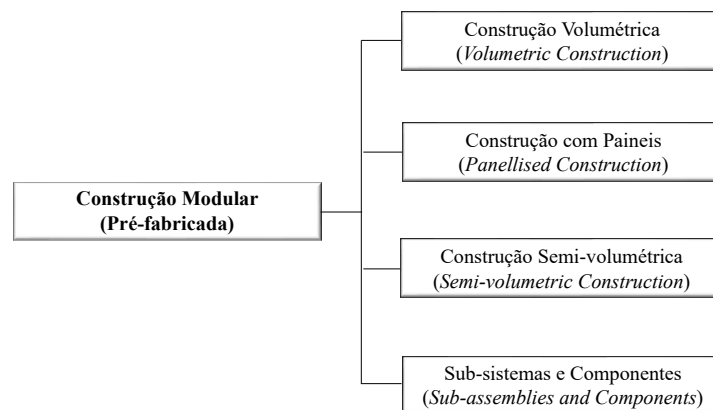


Figura 5: Classificação da construção modular

Fonte: Costa (2013)

2.3.1.1. Construção volumétrica

Nesta classificação da construção modular, cerca de 80 a 95% do processo construtivo é efectuado na fábrica, sendo as unidades posteriormente transportadas para o local de implantação para dar lugar ao processo de montagem e ligação das mesmas, entre si e a

uma fundação previamente concebida e preparada, formando assim o edifício (Costa, 2013:10).

Estas unidades, totalmente acabadas em fábrica e, na maioria das vezes, providas de uma estrutura totalmente independente, são posteriormente montadas no local definitivo, sendo ligadas a uma estrutura de suporte já existente. O processo apenas contempla a ligação das várias unidades entre si.



Figura 6: a) Módulo tridimensional em fábrica; b) Ligação dos módulos

Fonte: Costa (2013)

As construções volumétricas distinguem-se por permitir a entrega de módulos com acabamentos internos e externos maioritariamente concluídos, reduzindo significativamente o tempo de obra e minimizando interferências climáticas e logísticas. No âmbito desta classificação, identificam-se quatro (4) principais tipologias que embora distintas apresentam a mesma base de concepção volumétrica. São elas:

- Construção Modular de Contentores;
- Sistema de Construção Modular *Full-scale*;
- Sistema de Construção Modular 3D;
- Sistema “*Podium*” Modular.

Estes 4 tipos serão abordados detalhadamente, juntamente com as restantes tipologias, no capítulo seguinte (secção 2.3.2) no qual se discute as **tipologias da construção modular**, com foco nas suas características técnicas, funcionais e de aplicação prática.

2.3.1.2. Construção com painéis

Esta classificação baseia-se na concepção de painéis produzidos em fábrica e posteriormente transportados para o local de implantação, que, quando montados, dão origem à estrutura tridimensional do edifício. Os painéis podem ser ligados entre si ou acoplados a uma estrutura já existente. Estes sistemas podem constituir quaisquer elementos que completem a estrutura do edifício como paredes, lajes ou coberturas. Geralmente, os painéis que constituem pavimentos ou coberturas são designados por “*cassettes*”. Estes painéis estruturais de parede em betão, gesso ou até madeira e aço, podem ser fornecidos já com a aplicação de revestimento, isolamento, janelas ou portas (Costa, 2013:12).

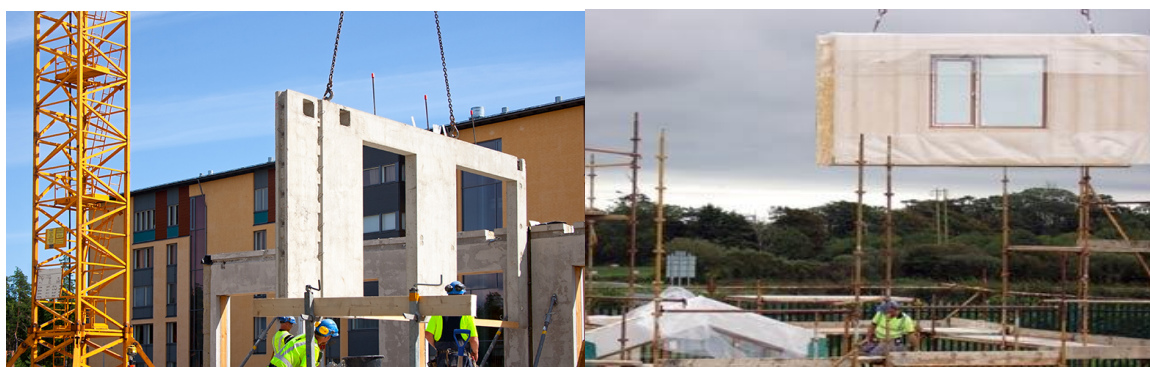


Figura 7: a) Montagem de painéis pré-fabricados; b) Montagem de painel de madeira

Fonte: Costa (2013)

No âmbito desta classificação, identificam-se três (3) principais tipologias que embora distintas apresentam a mesma base de concepção em painéis. São elas:

- Construção Modular com *Dry Wall*;
- Construção Modular com betão pré-fabricado;
- Sistema de Construção Modular em Madeira;

2.3.1.3. Construção semi- volumétrica

Segundo Costa (2013:14), esta classificação combina a construção em painéis com a volumétrica, resultando na conjugação de unidades tridimensionais com painéis pré-fabricados.

Tal como referido anteriormente, é bastante frequente a conjugação de unidades tridimensionais de compartimentos de serviço, “Pods”, com a restante estrutura do edifício constituída por exemplo por painéis estruturais. Esta técnica construtiva pode proporcionar alguma flexibilidade ao projecto.



Figura 8: a) Sistema “podium” em instalações sanitárias; b) Painéis com estrutura de aço

Fonte: Costa (2013)

No âmbito desta classificação, identificam-se duas (2) principais tipologias que embora distintas apresentam a mesma base de concepção híbrida. São elas:

- Construção Modular com *Steel Frame*;
- Construção Modular de alumínio;

2.3.1.4. Sub- sistemas e componentes

Apesar de predominantemente tradicional, este método baseia-se na utilização de elementos e componentes pré-fabricados, que podem ser incorporados em edifícios, quer estes sejam de construção tradicional ou não (Costa, 2013:14).

Ainda de acordo com o mesmo autor, existem vários exemplos destes elementos construtivos, tais como:

- Vigas ou elementos de fundação que são pré-fabricados e montados no local, por forma a construir a subestrutura do edifício de forma mais rápida e precisa;
- Painéis pré-fabricados especificamente concebidos para constituírem o piso de um determinado espaço. Tendo em conta que a construção destes elementos em obra requer um número significativo de horas de trabalho por metro de pavimento, esta

- técnica ajuda a reduzir o número de horas de trabalho em estaleiro, mais especificamente de trabalho em altura, promovendo a segurança dos trabalhadores;
- Painéis pré-fabricados concebidos para constituírem especificamente coberturas inclinadas. Podendo ser montados sem recurso a escoramentos, facilitam a execução de trabalhos no interior do compartimento sob o qual será instalada a cobertura. Para além disso, permitem proteger o edifício das condições atmosféricas mais rapidamente do que no caso de uma cobertura construída pelo método tradicional;
 - Tubagens e acessórios de canalização previamente montados que são utilizados nas unidades tridimensionais para facilitar a rápida conclusão das mesmas na fábrica;
 - Coberturas totalmente concebidas ao nível do chão e posteriormente içadas e montadas na estrutura já construída do edifício. Esta técnica permite que a cobertura seja construída ao mesmo tempo que a superestrutura do edifício, sendo montada assim que esta esteja concluída. Desta forma, ajuda a proteger o interior do edifício das condições atmosféricas mais cedo do que no caso de uma cobertura efectuada *in situ*. Para além disso, ainda se incrementa a segurança em obra, visto que os trabalhadores não necessitam de realizar todo o trabalho em altura;



Figura 9: a) Cobertura pré-montada; b) Tubulação e acessórios hidráulicos na estrutura modular

Fonte: Costa (2013)

2.3.2. Tipologias da construção modular

Como dito anteriormente, segundo França (2022:15) e Obra 7 (2023:05) citando Costa (2013) o método de construção modular apresenta vários tipos, podendo ser executados de diversas formas variando principalmente no sistema de estrutura, material e formas de

montagem. Estes autores indicam os principais tipos de construção modular, nomeadamente:

2.3.2.1. Construção modular de contentores

Este método reutiliza contentores de transporte marítimo como unidades modulares para construir casas, escritórios e outros tipos de estruturas. Os contentores são constituídos por materiais diversos e tudo depende da sua função onde sua estrutura geralmente é feita em aço *corten* nas laterais, aço reforçado nas vigas e colunas, aço galvanizado nas portas e ferrolhos, alumínio ou fibra de vidro. Em cima da estrutura de aço do piso, coloca-se um assoalho de madeira, encaixes e é coberto por grossa lâmina de compensado naval, com resistência suficiente para suportar pregos e travas para evitar deslizamento de cargas. Não é recomendado a alteração da estrutura principal do contentor, pois coloca em risco a estabilidade do mesmo (Santos 2017:33) citando Almeida e Neves (2012).

Aplica-se principalmente em projectos de baixo custo e soluções habitacionais temporárias ou de emergência, mas também tem sido usado em áreas urbanas para criar moradias e escritórios sustentáveis. Em várias partes do mundo emprega-se este método, como em projectos de habitação social na África do Sul, Brasil e alguns projectos emergenciais após desastres naturais.

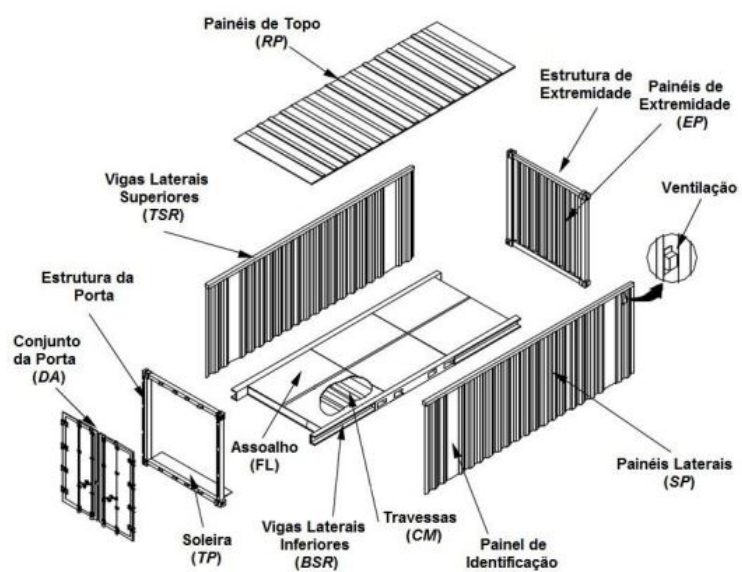


Figura 10: Estrutura principal de um contentor modular

Fonte: Santos (2017)

2.3.2.2. Sistema de construção modular “full-scale”

Consiste na pré-fabricação de módulos de tamanho completo, prontos para serem montados no local de construção. O “*full-scale*” é um conceito mais abrangente de sistemas modulares e pode incluir várias formas de sistemas construtivos, como *steel frame*, *drywall* ou até mesmo betão. Usado em grandes projectos comerciais e residenciais, para projectos de grande escala em países como os EUA, Japão e China.

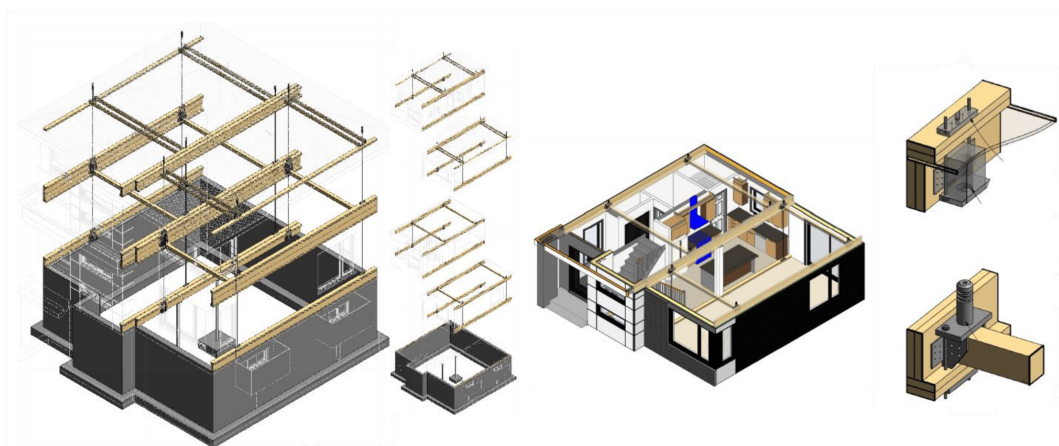


Figura 11: Sistema de construção modular *full scale* (tamanho real)

Fonte: Picard, Blanchat e Bégin-Drolet (2024)

2.3.2.3. Sistema de construção modular em 3D

Este é um sistema inovador que utiliza impressoras 3D ou outros métodos para criar módulos e componentes de construção directamente no local, ou em fábricas especializadas.



Figura 12: Sistema de construção modular com uso de equipamentos de impressora 3D

Fonte: Picard, Blanchat e Bégin-Drolet (2024)

Este sistema é usado principalmente em habitação social e projectos de emergência, mas a tendência está crescendo também em projectos privados. Algumas iniciativas de casas de baixo custo nos EUA e em países em desenvolvimento, como o projecto ICON no Texas, utilizam a impressão 3D para construção modular.

2.3.2.4. Sistema de “podium” modular

O sistema *podium* modular é uma abordagem híbrida que combina a construção tradicional com a construção modular volumétrica. Nesta técnica, os pisos inferiores de um edifício são construídos com métodos convencionais, geralmente em betão armado ou estruturas metálicas, formando uma base resistente – o chamado “pódio” – sobre o qual são instalados os módulos pré-fabricados tridimensionais nos pisos superiores. Esta estratégia permite conciliar estabilidade estrutural e eficiência construtiva, aproveitando os pontos fortes de ambos métodos.

Segundo Gibb e Pendlebury (2006:45), o sistema *podium* é especialmente eficaz em edifícios de uso misto ou com exigências de carga nos primeiros andares, como hotéis, hospitais ou residências multifamiliares, onde a base em betão proporciona resistência sísmica e suporte estrutural adequado, enquanto os módulos superiores, fabricados em ambiente controlado, garantem rapidez de execução, qualidade padronizada e menor geração de resíduos.

Além disso, o sistema permite maior flexibilidade no *design* arquitectónico e redução de prazos de obra, uma vez que os módulos podem ser produzidos em simultâneo com a execução da base estrutural. Tal característica otimiza o cronograma da construção e contribui para a redução dos custos indirectos associados ao tempo de projecto (Lawson, Ogden & Goodier, 2014:30).

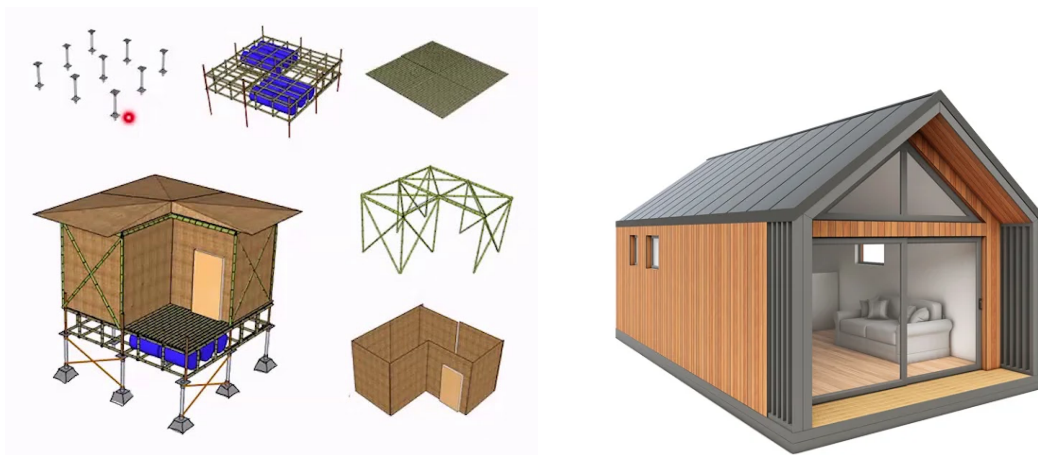


Figura 13: a) Estrutura de um "pódio" modular; b) Pódio modular montado;

Fonte: Lawson, Ogden e Goodier (2014)

2.3.2.5. Construção modular com drywall (paredes de gesso)

Este tipo de construção usa sistemas de paredes de gesso (*drywall*), também chamadas de gesso acartonado, com estrutura metálica ou de madeira para suportar os módulos. Basicamente é formado por chapas feitas de gesso comum, encapadas por cartão duplex, estruturadas por perfis metálicos.

Sua fabricação é feita por meio de máquinas, onde é elaborada uma mistura de água, gesso e adictivos, e a mesma é cilindrada, definindo assim a sua forma, após esses processos a chapa é cortada e secada, ficando pronta para ser armazenada, e depois encaminhada para uso.

Encontra-se em diversas espessuras, e seu peso é bem inferior com relação às estruturas de alvenaria comum. É leve e de fácil instalação. Comumente utilizada em interiores, especialmente em divisórias e paredes internas de escritórios, apartamentos, hotéis e hospitais. Projectos de escritórios e instalações comerciais no Japão e nos EUA, são também exemplos que empregam este tipo de método.



Figura 14: a) Montagem das placas de gesso (Drywall); b) Estrutura metálica de suporte para sistema Drywall

Fonte: Neves e Oliveira (2018)

2.3.2.6. Construção modular com betão pré-fabricado

Este sistema utiliza betão pré-fabricado para criar módulos ou componentes estruturais. Pode ser utilizado para a construção de paredes, lajes e até mesmo elementos arquitectónicos. Painéis não resistentes do tipo sanduíche (com duas camadas de betão) são geralmente empregados em conjunto com estruturas reticuladas ou como paredes laterais para fachadas estruturais, enquanto os painéis maciços (com apenas uma camada de betão) são mais aplicados em revestimentos de pilares e em painéis tipo “*spandrel*”.

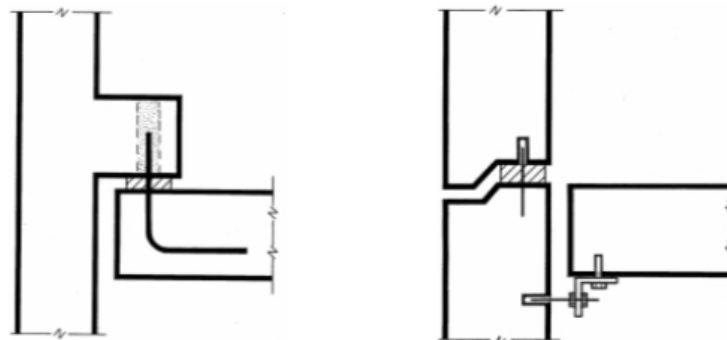


Figura 15: Painel resistente (esquerda) e painel não resistente a (direita), ambas em corte vertical

Fonte: Bastos (2023)

Ideal para construções comerciais, industriais e de infraestrutura, como escolas, hospitais, e até prédios de escritórios. Em países como a China e a Noruega, o betão pré-fabricado tem sido usado para grandes edifícios.



Figura 16: Construções em painéis de betão pré-fabricados

Fonte: Bastos (2023)

2.3.2.7. Sistema de construção modular em madeira

Este sistema usa madeira como material estrutural para criar módulos. A madeira é leve, renovável e tem boas propriedades térmicas, sendo uma opção ecológica. A construção modular em madeira destaca-se como uma alternativa sustentável, utilizando módulos ou painéis pré-fabricados compostos por estruturas de madeira como CLT (*Cross Laminated Timber*) ou OSB (*Oriented Strand Board*), que permite rápida montagem e com menor geração de resíduos.

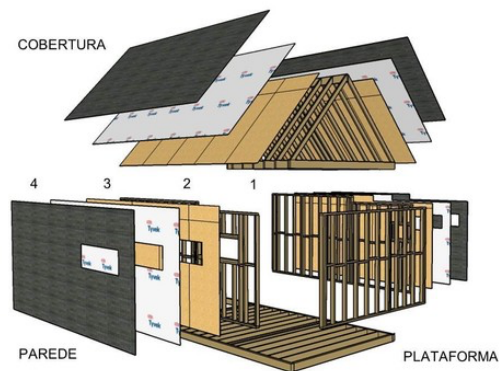


Figura 17: Módulo com madeira estrutural

Fonte: Costa (2013)

Segundo Lima e Pedro (2020:91), a madeira quando empregue em sistemas modulares contribui não apenas para a leveza estrutural, mas também para o desempenho térmico e ambiental das edificações. Além disso, essa técnica oferece flexibilidade arquitectónica e flexibilidade na desmontagem.



Figura 18: Construção modular em painéis de madeira OSB

Fonte: Costa (2013)



Figura 19: Construção modular em painéis de madeira CLT

Fonte: Costa (2013)

Aplica-se em residências e pequenos edifícios, especialmente em regiões com clima mais frio. Projectos residenciais em áreas como a Suécia, Canadá e EUA, onde a madeira é amplamente utilizada, são exemplos da sua aplicabilidade.

2.3.2.8. Construção modular com light steel frame (Estrutura metálica)

Segundo Freitas (2006) citado por Langa (2016:09) o LSF pode ser definido como um processo pelo qual um “esqueleto” estrutural em aço é composto por diversos elementos individuais ligados entre si que passam a funcionar como um conjunto resistente às cargas solicitadas na edificação e dão forma a mesma.

Podem ser encontradas outras expressões usadas para referir-se ao LSF, tais como: *Light Steel Frame Housing Residential* na Europa e *Cold-Formed Steel Framing* nos EUA.

Usa uma estrutura metálica como base para os módulos. Os módulos assim como os perfis são montados com aço galvanizado ou outro tipo de metal resistente. Segundo Castro (2005) citado por Langa (2016:12) os usos principais dos perfis de aço galvanizado são:

- U enrijecido - para montantes e vigas
- U usado - para guia na base e no topo dos painéis,
- Cartola - empregado em ripas
- Cantoneiras.

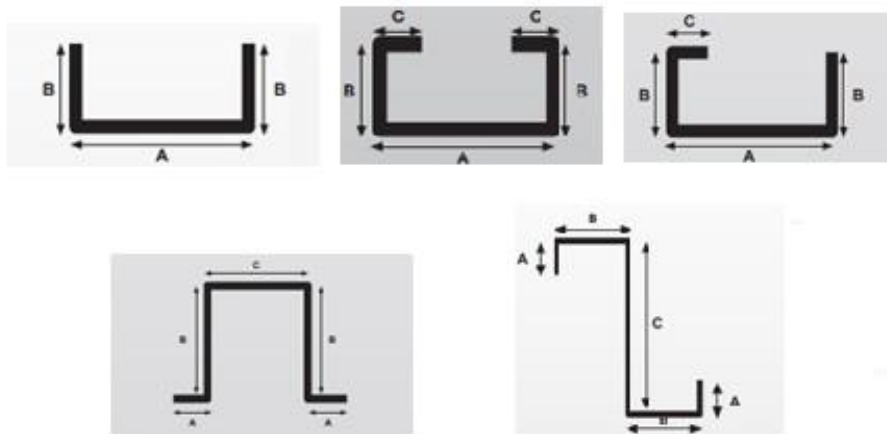


Figura 20: Secções de perfis de aço galvanizado mais usadas para estruturas LSF

Fonte: Langa (2016)

A construção com *light steel frame* é rápida e permite maior flexibilidade no *design* e nos *layouts*.

Este método aplica-se em habitações, residências comerciais e edifícios industriais. É bastante utilizada em regiões que necessitam de construções rápidas e de baixo custo. Vários projectos de habitação social e comercial no Reino Unido e EUA utilizam este tipo de construção.

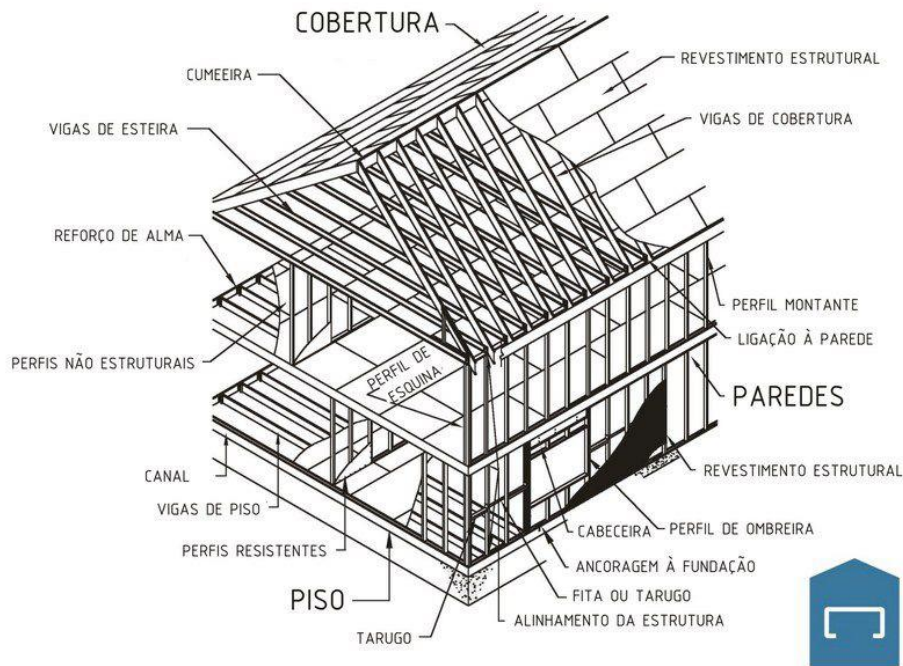


Figura 21: Esquema estrutural de um edifício habitacional em LSF

Fonte: Rego (2012)

2.3.2.9. Construção modular de alumínio

Usando alumínio como material estrutural, esse tipo de construção modular é popular por sua leveza, resistência à corrosão e facilidade de montagem. Usado em projectos temporários, como áreas de exposições ou abrigos para eventos, mas também em algumas habitações modulares em algumas áreas de exposições internacionais ou como módulos de emergência.

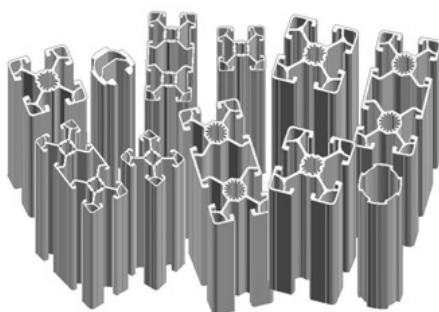


Figura 22: a) Perfis de alumínio; b) Estrutura modular de alumínio

Fonte: Kissell e Ferry (2001)

Segundo Henriques (2013) citado por Rodrigues e Ferreira (2021:03), a melhoria da produtividade e velocidade de execução, nos estaleiros de obra, está conectada com as

decisões tomadas na concepção do projecto, as quais direccionam o grau de industrialização da construção. E ainda, conforme divulgado pelo *Boston Consulting Group* (2019), apesar de que, para se implantar a industrialização de todas as etapas da construção civil, não seja uma tarefa fácil, a modernização de métodos e tecnologias construtivas poderia ser mais explorada no sector, por meio de soluções como a da Construção Modular (*Off-site*).

No caso das construções modulares, estas também são divididas, de acordo com o **grau de industrialização**, conforme o nível de intervenção, a partir do sistema tradicional. Smith (2015) apresenta uma classificação do grau de industrialização de uma obra, de acordo com a tecnologia aplicada no processo. (Quadro 1)

Quadro 1: Grau de industrialização da construção civil

Grau de industrialização	Grau 0 (Sistema tradicional)	Grau 1 (Alguns componentes industrializados)	Grau 2 (Sistemas painelizados)	Grau 3 (Sistemas modulares mistos)	Grau 4 (Sistemas completamente modulares)
Descrição	Materiais básicos para construção da obra executada completamente <i>in loco</i> .	Fabricação de componentes utilizados em partes do processo produtivo.	Componentes pré-fabricados 2D de paredes e frames estruturais.	Componentes pré-fabricados 3D no formato de módulos usados para criar maior parte dos edifícios que pode ser misto combinado com outros sistemas.	Sistema completo do edifício com componentes modulares e com acabamentos feito em fábricas antes do transporte para a obra.
Exemplo construtivo do sistema	Betão	Ferragens para telhado de madeira	Estrutura metálica	Instalações pré-fabricadas	Completamente modulares
	Madeira	Lajes pré-fabricadas	Wood-frame	Elevadores e escadas modulares	
	Argamassa	Painéis de revestimento de compositos.	Light Steel Frame	Módulos instalados acima do térreo.	
	Tijolo		Painéis estruturais	Banheiros (Pods) pré-fabricados.	
Proporção de manufatura fora da obra	Até 10%	10%-15%	15%-25%	30%-25%	60%-70%
Redução do tempo de construção em relação ao sistema tradicional	0	10%-15%	20%-30%	30%-40%	50%-60%

Fonte: Smith (2015)

É importante ressaltar que cada categoria, em função do seu grau de industrialização, tem suas próprias peculiaridades, como fabricação, limitações de elevação e de vãos,

posicionamento no local e transporte dos elementos. A escolha entre o uso de qualquer sistema de Construção *Offsite* ou Modular, depende das características do projecto, do seu custo, dos fornecedores aptos e disponíveis, do cronograma e do escopo de fabricação, para que se possa avaliar a melhor opção (Salama *et al*, 2017) citado por Rodrigues e Ferreira (2021:03).

2.3.3. Procedimentos e faseamento construtivo

2.3.3.1. Fundação

Método convencional:

As fundações em construções convencionais são executadas integralmente no local da obra, após as etapas de limpeza e preparação do terreno. O processo inclui escavação, compactação, armadura e betonagem, com uso de sistemas como sapatas isoladas, sapatas corridas, estacas, blocos ou *radier*, de acordo com o tipo de solo e a carga da estrutura. Este método é linear e sequencial, ou seja, as actividades subsequentes da obra dependem da finalização desta fase. Além disso, é um processo altamente dependente de mão-de-obra e sujeito a interferências climáticas, o que pode comprometer o cronograma de execução (Costa, 2013:28).

Método modular:

Na construção modular, as fundações são mais simples e racionalizadas, visto que os módulos chegam prontos da fábrica e precisam apenas de uma base precisa e nivelada para a sua instalação. As fundações mais utilizadas são o *radier* ou blocos de apoio distribuídos estrategicamente conforme o projecto estrutural dos módulos. Esta fase é geralmente executada de forma paralela à produção dos módulos em fábrica, permitindo a sobreposição de etapas e a redução significativa no tempo total da obra (Ravache & Jorge, 2021). Por serem estruturas mais leves e bem dimensionadas, os esforços aplicados sobre o solo são menores, o que permite soluções de fundação mais económicas e rápidas (Almeida Costa, 2013:30).

2.3.3.2. Paredes e fechamento

Método convencional:

As paredes de vedação em construções convencionais são, na maioria das vezes, erguidas com alvenaria de blocos cerâmicos, de cimento ou de betão celular autoclavado. Essas paredes cumprem funções estruturais, de compartimentação e de isolamento, e são executadas *in loco* de forma sequencial após a estrutura principal estar concluída. O processo exige mão-de-obra especializada e tempo considerável para a elevação, prumagem, secagem e posterior revestimento. As paredes convencionais são mais propensas a erros de execução, variações de espessura, perdas de material e fissuras, principalmente quando não se segue um rigoroso controlo de qualidade (Costa, 2013:30).

Método modular:

Na construção modular, as paredes de fechamento são pré-fabricadas em fábrica, podendo ser executadas com painéis de betão leve, painéis de gesso (*drywall*), painéis em CLT (*Cross Laminated Timber*), painéis de aço galvanizado, entre outros sistemas industrializados. Estes elementos já saem da linha de produção com as aberturas para portas e janelas, isolamento térmico e acústico embutido e, em alguns casos, pré-revestimento. A montagem ocorre por fixações mecânicas ou químicas, e o processo é realizado com elevada precisão. Como as paredes são produzidas num ambiente controlado, os erros de execução são significativamente reduzidos, assegurando uniformidade e melhor desempenho (Ravache & Jorge, 2021:45) (Aratau, 2022:25).

2.3.3.3. Isolamento acústico

Método convencional:

O isolamento acústico na construção convencional depende, em grande parte, dos materiais utilizados nas paredes, lajes e divisórias. Em geral, este é obtido com o uso de elementos massivos como blocos de betão, tijolos ou camadas adicionais de revestimento, como estuque e reboco. Contudo, em muitos casos, a protecção acústica é aplicada de forma correctiva, ou seja, após a construção das paredes, com a inserção de lã mineral, placas de gesso ou mantas acústicas. A execução é demorada, carece de mão-de-obra

especializada e, muitas vezes, os resultados não seguem parâmetros normativos de desempenho sonoro, o que pode comprometer o conforto dos usuários (Costa, 2013:25).

Método modular:

Na construção modular, os sistemas de isolamento acústico são projectados desde o início e integrados directamente aos elementos construtivos durante a fase de fabricação. Os painéis de parede, piso e tecto são compostos por múltiplas camadas, incluindo materiais fonoabsorventes como lã de rocha, EPS acústico, borracha reciclada ou painéis acústicos sintéticos. Esta abordagem permite um melhor controlo de qualidade e garante níveis de desempenho sonoro adequados às exigências normativas. Além disso, a execução industrial minimiza falhas de instalação e assegura a repetibilidade do desempenho entre os diferentes módulos (Ravache & Jorge, 2021:25) (Aratau, 2022:28).

2.3.3.4. Isolamento térmico

Método convencional:

Na construção convencional, o isolamento térmico é frequentemente negligenciado nas fases iniciais do projecto, sendo considerado apenas em construções com exigência específica de conforto ambiental. Quando aplicado, envolve o uso de materiais como poliuretano expandido, lã de vidro, poliestireno extrudido ou telhas térmicas, adicionados às paredes, coberturas ou pisos. A sua instalação depende da mão-de-obra no local, podendo ocorrer de forma desigual ou incompleta, o que compromete o desempenho térmico do edifício. Além disso, os elementos construtivos tradicionais, como blocos cerâmicos ou de cimento, apresentam uma baixa resistência térmica, sendo necessário associá-los a soluções complementares para alcançar níveis satisfatórios de conforto (Costa, 2013:25).

Método modular:

Na construção modular, o isolamento térmico é uma componente integrada do sistema construtivo. Os painéis de parede, cobertura e piso são compostos por camadas múltiplas de materiais isolantes, como EPS, PU, lã mineral ou painéis termo- isolantes reflexivos, aplicados durante a produção em fábrica. O desempenho térmico é previsto ainda na fase de projecto, sendo possível atender com precisão aos requisitos climáticos da região onde

o edifício será instalado. A padronização dos elementos, aliada à execução controlada, assegura um elevado nível de eficiência térmica e reduz a necessidade de intervenções posteriores (Ravache & Jorge, 2021:47).

2.3.3.5. Instalações sanitárias, hidráulicas e eléctricas

Método convencional:

As instalações sanitárias, hidráulicas e eléctricas no método convencional são executadas *in loco* e de forma sequencial, acompanhando o avanço da obra. As tubagens são normalmente embutidas nas paredes e lajes, sendo necessário realizar cortes (rasgos), fixações e selagens ao longo da construção. Este processo exige grande coordenação entre os diversos profissionais, como pedreiros, canalizadores e electricistas, e está sujeito a erros de compatibilização, desperdícios de materiais e retrabalho. Além disso, é frequente a existência de falhas nas conexões, infiltrações ou curtos-circuitos decorrentes da instalação inadequada (Costa, 2013:25).

Método modular:

Na construção modular, as instalações são planeadas desde a fase de projecto e pré-instaladas em ambiente de fábrica, utilizando sistemas integrados que passam no interior dos painéis ou dos módulos 3D. As tubagens hidráulicas e eléctricas são organizadas por circuitos padronizados, com pontos de ligação prontos para serem conectados durante a montagem no local. Em alguns casos, unidades sanitárias completas, conhecidas como *pods*, são produzidas e testadas em fábrica, garantindo a funcionalidade de sistemas como lavatórios, sanitas e chuveiros. Esta abordagem reduz significativamente os erros de execução e melhora o desempenho técnico e energético das instalações (Ravache & Jorge, 2021:26) (Aratau, 2022:28).

2.3.3.6. Lajes e cobertura

Método convencional:

As lajes e coberturas em construções convencionais são, em grande parte, moldadas *in loco*, utilizando formas de madeira ou metálicas, escoramentos e malhas de ferro para posterior betonagem. Este processo é moroso e exige tempo de cura para garantir a resistência adequada do betão. Em alternativas mais modernas, como as lajes pré-

moldadas ou nervuradas, os elementos são produzidos em fábrica, mas a execução ainda requer acoplamento manual e betonagem complementar no local. As coberturas convencionais podem utilizar estrutura metálica, madeira ou betão armado, com telhados inclinados ou lajes planas, sendo muitas vezes finalizadas com impermeabilização aplicada manualmente (Costa, 2013:30).

Método modular:

No sistema modular, as lajes e coberturas são geralmente integradas aos módulos durante o processo de fabrico. Em sistemas 3D, os módulos já saem com a laje superior e a cobertura incorporadas, reduzindo a necessidade de montagem no local. Já nos sistemas com painéis, as lajes podem ser do tipo *cassette*, painéis estruturais com isolamento e impermeabilização incluídos, que são simplesmente fixados sobre a estrutura. As coberturas podem incluir materiais leves como chapas metálicas com isolamento térmico, membranas impermeabilizantes e sistemas reflectivos. A pré-fabricação permite um melhor desempenho térmico e maior controlo de qualidade da impermeabilização e do acabamento (Ravache & Jorge, 2021:26) (Aratau, 2022:28).

2.3.3.7. Revestimento

Método convencional:

Na construção convencional, os revestimentos são aplicados após a execução das paredes, lajes e coberturas, em etapas bem definidas. Estes incluem o revestimento de paredes (reboco, estuque, pintura ou cerâmica), pavimentos (cimento afagado, cerâmica, madeira, etc.) e tectos (forros em gesso, madeira ou PVC). A execução dos revestimentos exige mão-de-obra especializada e está sujeita a desperdícios de material, erros de nivelamento e variações de acabamento. Além disso, a qualidade final depende fortemente da perícia dos trabalhadores e do controlo no local, o que pode comprometer a padronização, especialmente em grandes obras (Costa, 2013:29).

Método modular:

No sistema modular, os revestimentos são aplicados durante a fabricação dos módulos ou painéis, em ambiente controlado. As superfícies internas e externas já recebem acabamentos prévios, como pintura, laminação, revestimento cerâmico ou vinílico,

garantindo maior uniformidade e qualidade estética. Os pisos podem ser entregues com revestimento final, como vinil, piso flutuante ou alcatifa. Esse controlo fabril reduz drasticamente o desperdício de materiais e a necessidade de correcções no local, tornando o processo mais eficiente e menos susceptível a falhas (Ravache & Jorge, 2021:30) (Aratau, 2022:38).

2.3.3.8. Acabamentos

Método convencional:

Os acabamentos em construções convencionais constituem a fase final da obra, após a conclusão da estrutura, das paredes, das instalações e dos revestimentos. Incluem a colocação de louças e metais sanitários, instalação de tomadas e interruptores, portas, janelas, luminárias, acessórios de cozinha e casa de banho, bem como elementos decorativos. Esta etapa é uma das mais sensíveis à qualidade da mão-de-obra, pois qualquer falha nas fases anteriores pode comprometer o acabamento. Além disso, o processo é frequentemente marcado por retrabalhos, atrasos e incompatibilidades entre sistemas, elevando os custos e o tempo de execução (Costa, 2013:30).

Método modular:

No sistema modular, os acabamentos são executados em fábrica com base num planeamento detalhado. As peças sanitárias, eléctricas, janelas, portas e acessórios são instalados ainda na linha de produção, de forma padronizada e sob rigoroso controlo de qualidade. Isto permite que os módulos cheguem ao local da obra praticamente prontos, necessitando apenas de pequenos ajustes, selagens e ligações finais. Esta abordagem reduz o tempo de entrega da obra, melhora a qualidade perceptível e elimina grande parte dos retrabalhos comuns em projectos tradicionais (Ravache & Jorge, 2021:28) (Aratau, 2022:35).

2.3.4. Construção modular VS construção convencional

2.3.4.1. Planeamento

O planeamento no sector da construção civil é uma actividade estratégica que envolve a previsão, organização e coordenação de todos os recursos e etapas necessárias à execução

de um projecto, desde a concepção até à entrega final. Trata-se de uma ferramenta essencial para garantir o cumprimento de prazos, controlo de custos, qualidade dos serviços e segurança no estaleiro de obras.

Segundo Souza e Melhado (2007:30), no contexto dos métodos construtivos, o planeamento assume características distintas conforme a abordagem adoptada: no sistema convencional, baseia-se em sequências manuais e intervenções sucessivas no local da obra; já no sistema modular, é centrado na integração de actividades simultâneas, produção industrial e logística de precisão. Assim, compreender como o planeamento se articula em cada método construtivo é fundamental para avaliar a sua viabilidade e desempenho (Ravache & Jorge, 2021:45).

Prazos

Os prazos de execução em projectos convencionais são frequentemente prolongados devido à natureza sequencial das actividades, à dependência de factores externos como as condições climáticas, e à ineficiência no controlo da produtividade em obra. Este método construtivo, exige que cada etapa seja concluída para que a seguinte possa ser iniciada, o que limita a possibilidade de aceleração do cronograma. Além disso, a coordenação entre diferentes equipas de trabalho, nem sempre qualificadas ou integradas, contribui para atrasos sistemáticos e reabilitações estruturais. Segundo Souza & Melhado (2007:32), a imprevisibilidade do ambiente do estaleiro e a ausência de padronização são factores críticos que afectam negativamente a gestão do tempo nas construções convencionais.

Segundo Aratau (2022:39), citando Ravache e Jorge (2021), na construção modular, os prazos são otimizados através da simultaneidade entre as actividades realizadas na fábrica e aquelas executadas no terreno. Enquanto as fundações são construídas no local, os módulos são fabricados em paralelo, em ambiente controlado, com cronogramas de produção rigorosos e inspecções contínuas. Essa sobreposição de tarefas pode reduzir o tempo total de obra em até 50%, especialmente em projectos com elevada repetição de unidades ou grande escala. A previsibilidade do processo fabril, associada à montagem rápida no local, garante maior controlo sobre o cronograma e reduz significativamente o risco de atrasos.

Comparando com as tecnologias construtivas convencionais na Holanda, Costa (2013:52) diz que a construção modular pode reduzir o tempo de construção de 21 para 12 meses, permitindo mais 33% de área útil e reduzindo ainda o custo de construção em 17%. Outro estudo realizado no Reino Unido, pelo mesmo autor, mostra que a Construção Modular pode reduzir para metade o tempo de trabalho em estaleiro.

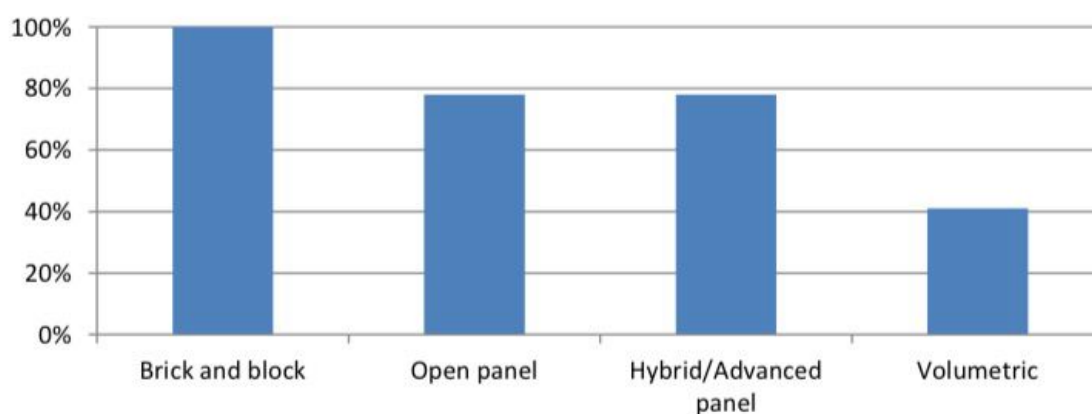


Figura 23: Período típico de construção, em porcentagem da Construção Convencional (Brick and Block)

Fonte: Costa (2013)

Neste desenvolvimento em específico, a Construção Mista tem resultados muito semelhantes às técnicas com painéis pré-fabricados com elevado grau de acabamento em fábrica, porque, apesar das poupanças no trabalho em estaleiro, a maioria das diferenças não está nas tarefas do caminho crítico do planeamento. A Construção Modular consegue uma redução de praticamente 80% em relação à Construção Tradicional.

Mão-de-obra

De acordo com Souza e Melhado (2007:46), a construção convencional caracteriza-se por uma forte dependência de mão-de-obra numerosa e diversificada, uma vez que grande parte das actividades é executada manualmente no local da obra. Esta dependência implica a necessidade de coordenação constante entre diferentes especialidades como empreiteiros, carpinteiros, canalizadores e electricistas, o que por vezes, gera sobreposição de tarefas, conflitos operacionais e baixa produtividade. A ausência de padronização e a variabilidade na qualificação dos trabalhadores afectam directamente a qualidade da execução e dificultam o controlo técnico do processo construtivo. Além disso, este modelo está sujeito

a elevados índices de rotatividade, absentismo e riscos laborais, o que torna a gestão da mão-de-obra um desafio central no planeamento convencional (CNI, 2016).

No sistema modular, a mão-de-obra é significativamente reduzida no estaleiro de obras, sendo a maior parte das actividades deslocada para ambientes de fábrica, mais organizados e controlados. Neste contexto, os trabalhadores são seleccionados de forma mais criteriosa e operam com funções técnicas específicas, de acordo com padrões de produção pré-definidos. A especialização e a repetibilidade das tarefas garantem maior eficiência, menor risco de acidentes e qualidade consistente nos componentes produzidos. No local da obra, a montagem dos módulos é executada por equipas técnicas reduzidas e bem treinadas, permitindo racionalização de recursos humanos e simplificação das tarefas logísticas (Ravache & Jorge, 2021:42).

Por outro lado, a falta de mão-de-obra qualificada constitui uma barreira à implementação da Construção modular. Os métodos construtivos requerem mão-de-obra mais qualificada, tanto para a montagem em estaleiro como para o fabrico. Muitos dos problemas relacionados com a falta de qualidade dos edifícios pré-fabricados estão relacionados com a montagem, e não com defeitos dos materiais, componentes ou da própria estrutura.

Equipamentos

Os equipamentos utilizados no método convencional são, na maioria dos casos, básicos e de uso manual, como betoneiras, andaimes, ferramentas manuais, vibradores de betão e formas de madeira. Projectos maiores podem utilizar gruas ou bombas de betão, mas de modo geral, a mecanização é limitada, e muitos processos são manuais (Costa, 2013:42). Isso aumenta a duração da obra e a dependência de operários.

Na construção modular, os equipamentos utilizados são mais avançados e específicos para produção industrial, como máquinas de corte CNC, prensas hidráulicas, plataformas automatizadas e equipamentos de transporte de módulos. A mecanização do processo permite precisão, repetibilidade e redução de falhas, além de acelerar significativamente a montagem dos componentes (Ravache & Jorge, 2021: 65). Porém, um dos factores que pode restringir o uso da Pré-fabricação (construção modular) é a capacidade de transporte e manuseamento de grandes componentes em estaleiro. Alguns fabricantes disponibilizam gruas nos seus meios de transporte, no entanto esses equipamentos precisam de ser

ajustados ao local. Na configuração do estaleiro, é necessário ter em conta a distância máxima de montagem, que limita simultaneamente o peso do elemento e o equipamento a utilizar.

Transporte

A logística do transporte constitui um factor determinante para a viabilidade da Construção Modular. O método de transporte e o itinerário impõem limitações de peso, tamanho e altura.

Segundo Costa (2013:55), as componentes pré-fabricadas dos edifícios têm de ser sobredimensionadas e projectadas de maneira a evitar danos durante o transporte, o que também pode contribuir para o aumento dos custos do projecto. Este aspecto revela-se uma condicionante da Construção Modular, quando comparada com a Construção Tradicional.

O transporte na construção convencional/tradicional, ocorre em múltiplas etapas, incluindo o envio de materiais brutos (cimento, areia, tijolos, ferro) e seu armazenamento no local. Isso exige logística contínua, área de armazenamento e reposições frequentes. Essa dinâmica aumenta o tráfego local, a poluição e o risco de perdas ou danos (Souza & Melhado, 2007:36).

2.3.4.2. Custos

A construção convencional apresenta custos iniciais aparentemente mais baixos, por não exigir tecnologias avançadas nem processos industriais. No entanto, ao longo da execução, verifica-se uma grande vulnerabilidade a desvios orçamentais, devido a factores como desperdício de materiais, baixa produtividade, retrabalho, atrasos e má coordenação entre equipas. Além disso, a ausência de padronização e a imprevisibilidade das condições do estaleiro dificultam o controlo financeiro eficaz. Estudos indicam que os custos indirectos podem representar até 30% do valor total da obra (Costa, 2013:55) citando (Souza & Melhado, 2007).

Outro grande desafio à utilização da Construção Modular, relaciona-se com o preço. A construção modular requer um investimento inicial superior, sobretudo em planeamento detalhado, logística e produção em fábrica. Segundo os mesmos autores, num estudo

elaborado pelo *Construction Industry Institute*, que incide sobre projectos industriais, concluiu-se que, em alguns casos, os custos eram reduzidos na ordem dos 10% na globalidade do empreendimento e cerca de 25% no que diz respeito aos custos de mão-de-obra em estaleiro. Esta poupança pode estar ainda associada à redução dos custos de estaleiro, eficiência na instalação, padronização, aumento da produtividade e diminuição da quantidade de trabalho em estaleiro. Por outro lado, estudos efectuados no Reino Unido, indicaram que a utilização da Pré-fabricação se traduz num aumento dos custos na ordem dos 7-10%. As comparações não são lineares e dependem de vários factores relativos às empresas, ao contexto em que se inserem e à estruturação do sector da construção.

Os custos variam consoante o método construtivo. Os benefícios financeiros decorrentes da poupança de tempo podem conseguir colmatar o custo mais elevado dos elementos pré-fabricados.

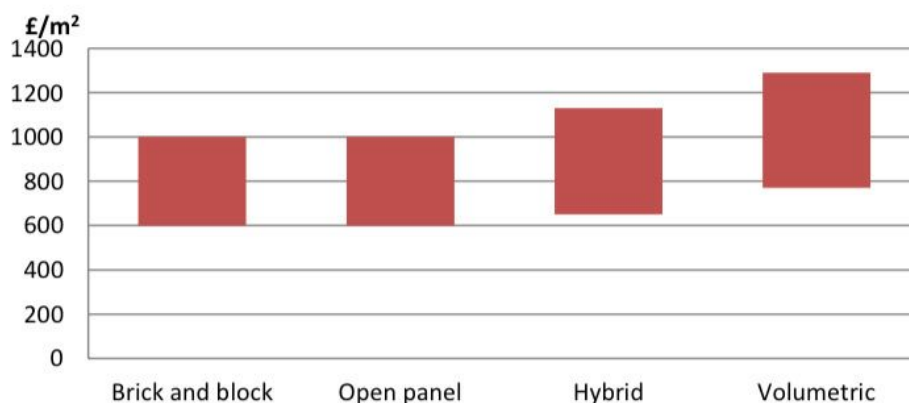


Figura 24: Custo de construção dos vários métodos construtivos

Fonte: Costa (2013)

Ainda Costa (2013:56) diz que, os edifícios mais altos favorecem a construção modular, tendo em conta que os custos aumentam mais rapidamente para a construção tradicional do que para os elementos pré-fabricados. A construção mais rápida e a redução do trabalho em estaleiro trazem benefícios financeiros aos promotores que podem compensar o grande aumento de custos da Construção Mista (Semi- volumétrica) e da Construção Volumétrica. Estes benefícios fazem com que até mesmo as técnicas baseadas em painéis pré-fabricados com baixo grau de acabamento em fábrica sejam mais rentáveis do que as tradicionais.

2.3.4.3. Segurança

O facto da construção modular implicar períodos de construção mais curtos ou de possibilitar a construção em fábrica de certos elementos pode trazer inúmeros benefícios em termos de segurança. Os trabalhadores em fábrica encontra-se num ambiente mais controlado e não são afectados pelas condições meteorológicas. Por sua vez, os trabalhadores em estaleiro podem ver-se reduzidos a exposição das condições meteorológicas adversas como chuva, frio ou calor excessivos, a partir do momento em que o trabalho em estaleiro diminui. Operações arriscadas ou trabalhos em altura também podem acontecer com menos frequência, tendo em conta a possibilidade da pré-fabricação de elementos de coberturas, por exemplo. Para além disso, os componentes pré-fabricados proporcionam ainda mais espaço de trabalho em estaleiro, aliviando também a possibilidade de acidentes decorrentes de excesso de materiais, falta de organização ou configuração pouco correcta do próprio estaleiro. Sintetizando, de acordo com Costa (2023:57) podem obter-se vantagens em dois campos:

- Segurança estrutural: a possibilidade de realizar testes aos vários componentes envolvidos no sistema construtivo antes da sua aplicação permite a correcção de eventuais falhas ou defeitos;
- Segurança no trabalho: a redução da possibilidade de acidentes em obra é uma consequência da diminuição significativa do número de horas de trabalho em estaleiro. A mão-de-obra mais especializada e a eficácia dos equipamentos utilizados também são factores que influenciam este parâmetro. A mão-de-obra mais qualificada utilizada na montagem dos elementos tem geralmente um comportamento mais adequado e mais eficiente, o que também constitui um factor com importância considerável.

Apesar destas vantagens, é de referir que a Construção Pré-fabricada implica, geralmente, a movimentação em obra de componentes de maior peso e dimensão. Posto isto, é necessário garantir uma definição de zonas de trabalho e passagem de veículos adequada em estaleiro, de modo a garantir a segurança dos trabalhadores.

2.3.4.4. Qualidade

A Construção modular pode trazer uma potencial vantagem em termos de qualidade, tendo em conta que os sistemas de controlo aplicados em fábrica podem ser mais rigorosos do que em estaleiro, o que poderá levar a um menor número de falhas precoces devido à incorrecta instalação ou a danos decorrentes das operações de construção. É possível obter um produto final com mais qualidade devido ao maior grau de precisão, às dimensões padronizadas e à apertada supervisão em fábrica, que permitem um maior controlo de qualidade, reduzindo a quantidade e a extensão de alterações. Em ambientes de fábrica, a qualidade do produto final é bastante mais simples de assegurar do que em estaleiro. Em estaleiro é apenas necessário assegurar que a montagem é realizada de acordo com as normas e padrões aplicáveis, para que o projecto cumpra os requisitos de desempenho. É fundamental ter bastante atenção a este ponto, uma vez que constitui um problema da Pré-fabricação.

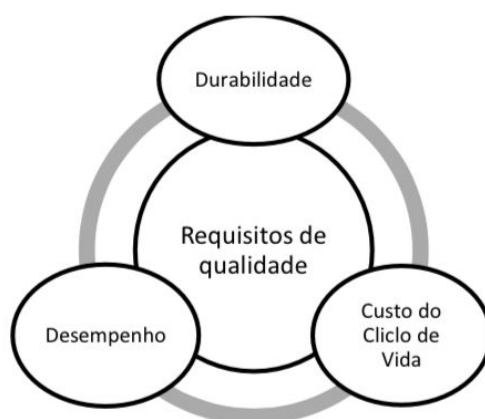


Figura 25: Requisitos de qualidade dos edifícios

Fonte: Costa (2013)

Durabilidade

Segundo Costa (2013:59), a durabilidade de edifícios construídos utilizando qualquer um dos métodos construtivos é semelhante. É expectável que tal suceda, tendo em conta que os principais componentes que são afectados pelos agentes de degradação são os mesmos para cada tipo de construção. Em particular, todas as componentes estruturais têm um período de vida útil estimado de 60 anos, o que corresponde ao período de vida útil estimado para os vários componentes pré-fabricados. Os sistemas com estrutura leve em aço foram avaliados como tendo um potencial período de vida útil de 200 anos. A

Construção Modular não pode por si só garantir uma maior durabilidade, no entanto a produção em fábrica deve reduzir os riscos de não conformidade relacionados com falhas prematuras e consequentes reparações.

Custo de ciclo de vida

Muitos dos edifícios pré-fabricados eram vistos no passado como sendo construções de fraca qualidade com períodos de vida útil mais baixos do que as construções tradicionais. A percepção da Pré-fabricação enquanto solução não permanente é uma das barreiras à sua implementação generalizada no sector da construção.

De acordo com Costa (2013: 59), no sector não habitacional a importância do período de vida útil é entendida de forma diferente. Alguns estabelecimentos comerciais são projectados para ter um período de vida útil relativamente limitado, dentro do qual o desempenho do edifício consegue ser mantido. A introdução do conceito de Custo de Ciclo de Vida para olhar para as diferentes estratégias de projecto pode ser aplicada à Pré-fabricação, permitindo ao cliente, no processo de escolha e estudo prévio, perceber quais as implicações financeiras de determinado edifício ao longo do seu período de vida útil. Este conceito é importante para o mercado da promoção imobiliária.

Desempenho

Hoje em dia já existe um conjunto de normas que tem como objectivo assegurar que os edifícios possuam um desempenho satisfatório em serviço, independentemente do método construtivo utilizado. No entanto, é necessário referir que o comportamento em serviço de um edifício modular difere substancialmente do verificado num edifício construído pelos métodos convencionais. O faseamento construtivo deve ser considerado desde início no projecto. Os elementos pré-fabricados devem estar preparados não só para a fase de serviço, como sucede normalmente na Construção Tradicional, mas também para as fases de fabrico, transporte e montagem, sendo necessário garantir o equilíbrio durante todas as fases do processo construtivo.

2.3.4.5. Sustentabilidade

O sector da construção e as suas actividades inerentes continuam a ter um grande peso nos impactos negativos sobre o meio ambiente, nomeadamente no que diz respeito a consumos energéticos, utilização irracional de recursos naturais, poluição, desperdício ou ruído. Vários estudos apontam a construção modular como uma solução competitiva e adequada neste campo. Segundo Costa (2013:60) a nível Europeu este método tem sido encarado como tendo um papel fundamental para tornar as actividades da construção mais sustentáveis.

Energia

Os componentes produzidos em fábrica têm as vantagens de ter o isolamento e as instalações já inseridos no interior dos elementos construtivos e de serem especificamente concebidos tendo em conta as suas propriedades térmicas, com auxílio de tecnologias que permitem um maior controlo dos processos. Utilizando os materiais adequados, conseguem-se paredes mais finas com valores melhores de resistência térmica e que permitem simultaneamente uma maior flexibilidade na configuração de espaços. Segundo Costa (2013:62), quando os edifícios são construídos no local, tipicamente é mais difícil de conseguir uma boa impermeabilização e estanquidade, podendo implicar problemas de qualidade. Posto isto, normalmente são necessárias mais quantidades de materiais para assegurar valores mais baixos de conductibilidade térmica “U”. Dados estes factores apresentados, pode concluir-se que no que diz respeito à energia em serviço, a Construção modular tem potencialidades quando comparada com a Construção Tradicional.

Construção

O mesmo autor defende que, uma redução do tempo de trabalho em estaleiro e os processos mais eficientes de fábrica podem contribuir também para a redução de gastos com energia durante o período de construção, tornando a Construção Modular competitiva neste aspecto. Para isso, é importante que os fabricantes sejam proactivos, considerem os impactos ambientais dos seus produtos e desenvolvam parâmetros para os materiais, reciclagem, controlo de poluição e minimização de desperdício.

Materiais e desperdícios

No âmbito do *Waste and Resource Programme* (WRAP), foi elaborado um estudo, no Reino Unido, em que foram demonstrados os benefícios da Construção Modular no que diz respeito à redução de desperdício. Utilizando um indicador de volume de desperdício gerado por 100 m² de área bruta de construção, foram obtidos os resultados descritos no Quadro 2. Denota-se uma diferença significativa entre a construção em estrutura porticada, construída no local, e a Construção Modular, em que os módulos tridimensionais são produzidos em fábrica.

Quadro 2: Comparação de desperdício gerado pelos métodos construtivos

Tipo de construção	Desperdícios (m³/100m² de área bruta de construção)
Estrutura porticada de madeira	19.16
Construção modular em aço	5.51
Estrutura porticada em aço	16.84

Fonte: Costa (2013)

Em outro estudo, verificado pelo mesmo autor, efectuou-se a comparação entre Construção Tradicional e Construção Modular. Verificou-se uma redução de 52% do desperdício, com diferenças significativas em termos de betão, cimento, metais ou isolamento.

Água

Tal como acontece com os restantes materiais construtivos, o maior controlo em fábrica permite também reduzir a quantidade de água necessária para a produção dos componentes. À semelhança o que sucede com a energia, a produção em fábrica permite uma melhor capacidade de gestão e reaproveitamento de recursos, nomeadamente da água (Costa, 2013:63).

2.3.4.6. Gestão de risco

Segundo Costa (2013:66) as alterações tardias ao projecto têm um maior impacto quando se utiliza Pré-fabricação, porque o trabalho em fábrica, baseado nos vários projectos de especialidade, começa bastante cedo, muito antes de se dar início ao trabalho em estaleiro. As alterações que implicam trabalho em fábrica adicional poderão ter um custo elevado e causar atrasos, trazendo inclusive custos adicionais correspondentes a multas por falhas nos prazos de execução. Pelo contrário, as abordagens tradicionais conseguem absorver as alterações em projecto mais facilmente, mesmo depois de se ter dado início ao trabalho em estaleiro. Torna-se, por isso, vital envolver o fabricante dos componentes desde as etapas iniciais do empreendimento, trabalhando numa estreita colaboração com a equipa de projecto, o arquitecto e o cliente, de forma a assegurar que o projecto desenvolvido se adequa ao processo de fabrico. Uma colaboração estreita com os coordenadores de projecto assegura que todas as questões que possam ter impacto sobre o *design*/concepção sejam resolvidas antes dos projectos serem fixados.

A insolvência do fabricante durante o decorrer do projecto terá maior implicação no caso da Construção Modular do que na Construção Convencional. Se o *design* e a produção de vários componentes do edifício, particularmente unidades tridimensionais de compartimentos de serviço ou painéis prefabricados, forem específicos para um determinado fabricante, então as opções serão alterar o projecto substancialmente ou procurar outro capaz de fazer um produto compatível. Qualquer uma destas opções é dispendiosa e causa atrasos. O efeito da insolvência terá maior impacto quanto mais tarde no processo de desenvolvimento ocorrer. Este risco pode ser minimizado promovendo a padronização entre fabricantes. Os responsáveis pelo desenvolvimento do empreendimento devem assegurar que os processos de *procurement* são robustos e eficientes para minimizar a perturbação causada pela procura de fabricantes alternativos. Uma comunicação eficaz ao longo das cadeias de fornecimento deverá alertar para problemas eminentes com os fabricantes o mais cedo possível Costa (2013:67).

Fazendo um balanço, pode concluir-se que, no caso da Construção Modular os riscos aumentam nas etapas iniciais do projecto, antes de se dar início ao trabalho em estaleiro. A gestão do risco torna-se assim muito importante quando se opta pela Pré-fabricação. Mitigar os riscos requer um processo disciplinado, boa coordenação e uma cultura que não aceita alterações tardias ao projecto.

Contudo, a construção modular e a construção convencional continuam a evoluir à medida que novas tecnologias e práticas sustentáveis são desenvolvidas, moldando o futuro da indústria da construção.

De acordo com (INE, 2016) citado por Figueiredo (2016:55) o sistema de pré-fabricação (construção modular) pode proporcionar um grande avanço no processo de construção para Moçambique, pois tem como vantagens as seguintes:

- Um menor custo final de cada unidade de habitação pré-fabricada;
- Introdução a produção em série;
- A duração da sua construção;
- A eliminação de etapas;
- A redução de acabamentos, instalações, face a outras construções;
- Melhoria na qualidade das habitações e impacto visual mais atractivo.

Sobre a construção convencional, Oliveira e Fagundes (2024:11) destacam que suas principais características são flexibilidade e adaptabilidade. Como a estrutura é construída no local, é possível fazer ajustes e modificações durante o processo de construção, conforme necessário. Isso permite que os construtores lidem com desafios e imprevistos de forma mais eficaz. Considerando ainda que a construção convencional também oferece uma variedade em opções de *design* e acabamentos. Assim sendo, como dito anteriormente, os empreiteiros podem utilizar uma diversidade de materiais (betão, aço, madeira e vidro) e técnicas construtivas para atender às necessidades estéticas (*designs* personalizados, adaptação ao terreno, tecnologia e inovação) funcionais do projecto, possibilitando a criação de edifícios únicos e personalizados.

Outro diferencial que a construção convencional apresenta, nas palavras de Allen & Iano (2019) citado por Oliveira e Fagundes (2024:14), é quanto à durabilidade e resistência, pois utiliza materiais de alta qualidade e técnicas de construção adequadas, sendo possível construir estruturas que são capazes de resistir ao desgaste e às condições climáticas adversas ao longo do tempo.

Segundo Horden (2010:30), as construções feitas pelo método convencional possuem grande aceitação pela população a nível mundial (assim como em Moçambique sendo o método mais utilizado no país). Um dos pontos que motivam essa preferência é a facilidade em alterar e flexibilizar o projecto estrutural da construção. Em contrapartida, o

mesmo autor, acentua que o método construtivo modular é um sistema racionalizado e industrializado, que traz mais precisão na construção da edificação.

Diante desses factores, Leite (2015) citado por Figueiredo (2016:05) apresenta um quadro que justifica as diferenças entre estes dois métodos, no caso, o método modular e o método convencional:

Quadro 3: Comparação entre o método modular e convencional

Tipo de construção	Construção Pré-fabricada (Modular/Offsite)	Construção Tradicional (Convencional)
Qualidade	Realização num ambiente com condições climáticas controladas, usando equipamento eficiente utilizado por operários com formação, segundo indicações e preferências do cliente.	Realização num ambiente com condições climáticas incertas, que poderão aumentar o tempo de execução da obra .
Tempo	Processo rápido (menos 70% do tempo de uma construção convencional).	Processo lento, devido ao clima e sujeito a problemas de programação de actividades (gestão de projecto).
Custo	Grande controle sobre a fabricação dos materiais, o que reduz drasticamente os custos associados.	Variáveis incontrolláveis como o estado do clima atmosférico e prazos, podem aumentar o custo da construção.
Versatilidade	Menor (fica a faltar o transporte dos materiais para o local indicado).	Maior (a construção é feita no local).
Espaço do local	O espaço do local é menor. Os materiais saem da fábrica, para o local indicado pelo cliente numa viatura de transporte. Inicialmente é feita a base em cimento e os alicerces, depois são montados (parede, tecto, etc) peça a peça.	É necessário um espaço maior. São necessários andaimes para a construção em alturas.
Desperdícios	Menor desperdício e resíduos na montagem da habitação no local.	Uma quantidade significativa de resíduos e desperdícios produzidos no local, que para serem retirados aumentam o custo final da construção.

Fonte: Leite (2015)

De acordo com o quadro comparativo, evidencia-se que, a construção modular sobressai pela qualidade aprimorada, maior previsibilidade de custos e significativa redução do tempo de execução, resultantes de sua produção em ambiente controlado. Em contrapartida, a construção convencional oferece maior flexibilidade no estaleiro de obra, mas está mais susceptível a desperdícios, variações orçamentais e influências climáticas.

Dessa forma, a escolha entre os dois métodos, deve considerar as prioridades do projecto, equilibrando eficiência, custo e adaptabilidade às condições do ambiente.

2.4. Marco referencial

2.4.1. Estudos internacionais

Como dito anteriormente, fundamentado pelos autores Mendonça, Yshii e Paletta (2012:2-4), nos países desenvolvidos e emergentes, a construção modular tem sido amplamente aplicada devido às suas vantagens em termos de tempo, custo e sustentabilidade. Diante disto, revelou-se as principais características deste método:

- **Sustentabilidade:** a redução de resíduos e a utilização de materiais recicláveis tornam a construção modular, uma opção mais sustentável em comparação com o método tradicional.
- **Flexibilidade e personalização:** diferentes técnicas modulares permitem que os projectos sejam adaptados às necessidades específicas dos clientes.
- **Eficiência e rapidez:** os módulos são fabricados em paralelo a preparação do local de construção, reduzindo significativamente o tempo de entrega do projecto.
- **Redução de custos operacionais:** a optimização da cadeia de suprimentos e a fabricação em escala reduzem os custos, tornando esse modelo competitivo.
- **Maior controle de qualidade:** como os módulos são fabricados em ambientes controlados, há menos interferência de factores externos como clima e mão-de-obra não qualificada.

2.4.1.1. Projectos de destaque

Alguns países que têm se destacado no uso da construção modular incluem China, Estados Unidos, Reino Unido, Singapura, Japão, Brasil e Austrália. Seguem-se algumas das obras mais representativas:

- **Mini Sky City (China, 2015):** este projecto corresponde a um arranha-céus de 57 andares, construído em apenas 19 dias pela empresa *Broad Sustainable Building*. O edifício foi montado utilizando um sistema modular pré-fabricado, reduzindo custos e tempo de construção sem comprometer a qualidade (Sienge, 2023:04).

- **Clement Canopy (Singapura, 2019):** um projecto residencial de 40 andares e 505 apartamentos construído com 85% de módulos fabricados *off-site*. Este projecto mostrou que a construção modular pode ser aplicada até mesmo em edifícios altos, reduzindo desperdícios e impacto ambiental (Sienge, 2023:05).
- **The Smile (Estados Unidos, 2020):** um complexo residencial em Nova York que combina construção modular com técnicas tradicionais, destacando-se pelo *design* inovador e sustentável (Modular Building Institute-MBI, 2023:03).
- **Ospedale Fiera Milano (Itália, 2020):** construído em resposta à pandemia da COVID-19, esse hospital foi erguido em menos de 10 dias utilizando módulos pré-fabricados, demonstrando a eficiência da construção modular em situações de emergência (Archello, 2021:10).

2.4.2. Estudos regionais (África)

Na África, a construção modular tem sido explorada como uma solução para *deficits* habitacionais, infraestrutura precária e reconstrução pós-desastres naturais. Apesar dos desafios económicos e logísticos, esse método oferece alternativas viáveis para regiões com dificuldade de acesso a materiais de construção tradicional e escassez de mão-de-obra qualificada.

De acordo com o Instituto Universitário de Lisboa (2015:04), os principais factores que impulsionam a adopção da construção modular na África são:

- Rapidez na execução de projectos sociais e habitacionais;
- Redução dos custos de construção em países com infraestrutura limitada;
- Soluções resilientes para desastres naturais, como ciclones e inundações;
- Iniciativas sustentáveis e ecológicas, utilizando materiais locais.

2.4.2.1. Projectos de destaque

Diversos países africanos, têm implementado a construção modular para diferentes finalidades. Alguns dos projectos relevantes incluem:

- **Eko Atlantic (Nígeria):** uma cidade planeada modularmente para abrigar milhões de habitantes, construída para enfrentar o aumento do nível do mar e a falta de moradia (Construction Review, 2023:02).
- **Escolas modulares no Quênia e Ruanda:** financiadas por ONG's internacionais, essas escolas foram construídas com módulos pré-fabricados, possibilitando acesso à educação em áreas remotas (African Business Review, 2022:02).
- **Habitações de Baixo custo em Moçambique (Projecto Royal Danish Academy, 2018):** casas modulares foram projectadas para atender famílias de baixa renda, utilizando materiais locais como madeira e zinco para reduzir custos e aumentar a durabilidade das moradias (ArchDaily, 2018:05).

2.4.3. Estudos nacionais (Moçambique)

Em Moçambique, que corresponde ao ponto central desta pesquisa, a construção modular segundo Figueiredo (2016:46), ainda está em fase de crescimento, sendo utilizada principalmente em projectos habitacionais emergenciais e no sector privado. Apesar da predominância da construção convencional (tradicional- alvenaria e cimento), a necessidade de soluções rápidas e sustentáveis tem impulsionado a adopção desse modelo. Ainda segundo Figueiredo (2016:46), os principais desafios para a expansão da construção modular em Moçambique são:

- Custo elevado de importação de materiais e tecnologias;
- Falta de normativas específicas para a construção modular;
- Baixo nível de conhecimento técnico por parte dos profissionais;
- Resistência cultural à substituição da alvenaria tradicional (construção convencional).

Entretanto, o interesse por novas tecnologias e métodos construtivos vem crescendo, especialmente devido a factores como desafios climáticos, necessidade de moradia acessível e projectos habitacionais emergenciais.

2.4.3.1. Empresas de construção modular activas em Moçambique

De acordo com a Moznegócios, é possível localizar a lista de empresas que actuam na área da construção modular em Moçambique, destacando as seguintes:

- **Mozmodulo:** especializada na venda de módulos pré-fabricados, esta empresa oferece uma variedade de soluções versáteis e funcionais adaptáveis a diferentes necessidades, sejam temporárias ou permanentes.
- **Karmod:** presente em Moçambique, esta empresa de origem portuguesa fornece casas pré-fabricadas, incluindo modelos construídos a partir de contentores marítimos reciclados ou novos. Essas habitações destacam-se pela durabilidade, *design* moderno e eficiência energética.
- **Abacus Moçambique:** integrante da Waco Mozambique Lda, esta empresa oferece edifícios realocáveis e serviços relacionados, atendendo às necessidades de infraestrutura temporária ou permanente no país.
- **Movex Moçambique, Lda:** esta empresa dedica-se à construção e venda de módulos e casas pré-fabricadas, operando em todo o território moçambicano.

2.4.3.2. Projectos de destaque

- **Casas pré-fabricadas para vítimas de enchentes (2014):** em resposta a desastres naturais, o governo chinês doou 185 casas modulares para comunidades desalojadas. A rápida montagem e durabilidade dessas habitações destacaram a eficiência desse método (DecorEng, 2014) citado por Rodrigues e Ferreira (2021:04).
- **Projecto de Construções Resilientes (2020):** iniciativa da organização Oikos, focada na construção de escolas modulares resistentes a ciclones e na captação de comunidades para construir com materiais sustentáveis (Oikos Moçambique, 2020:02).
- **Afrin Prestige Hotel (2014):** estabelecimento hoteleiro situado na baixa da cidade de Maputo em funcionamento desde 2010, contruindo com sistema *Light Steel Frame*, que faz parte das construções Semi- Volumétricas.
- **Vila Olímpica (2011):** complexo desportivo que foi premiada na categoria de “Edifícios em *Light Steel Frame*” pelo SAISC num galardão organizado pelo Instituto em 2011, também situado em Maputo.

2.4.3.3. Afrin Prestige Hotel

O *Afrin Prestige Hotel* é um estabelecimento hoteleiro situado na baixa da cidade de Maputo em funcionamento desde 2010. As obras tiveram o seu início em 2008 e duraram cerca de dois anos, o hotel estava equipado com 116 quartos, salas de conferências, restaurantes, piscina e spa. Em 2014, este empreendimento sofreu uma intervenção que consistiu em ampliar o mesmo, a obra teve início em Março de 2014 e durou aproximadamente um ano e meio.

A zona exterior do hotel, onde se situava a piscina, passou a ser coberta aumentando a área útil do edifício, foram construídos 55 quartos e 4 suites, perfazendo 2.800 m² de área de construção que se desenvolveu em 5 pisos totalmente construídos em LSF (Futureng, 2016) citado por Langa (2016:33).



Figura 26: *Afrin Prestige Hotel.*

Fonte: Langa (2016)

2.4.3.4. Construção da Vila Olímpica

Após Moçambique ter aceite o compromisso de se tornar anfitrião da X Edição dos Jogos Africanos houve necessidade de se construir um complexo desportivo que pudesse acolher as competições, bem como os cerca de 6500 atletas oriundos de 48 países. Para poder vencer as dificuldades relacionadas ao cumprimento de prazos e a obtenção de resultados de qualidade foi aplicado o sistema LSF (que como dito anteriormente faz parte das Construções modulares semi- volumétricas) o que não seria possível se se tivesse optado pelo sistema convencional (SAISC, 2011). Os edifícios habitacionais da vila

olímpica foram construídos em 2 fases, a primeira fase decorreu em 2011 no âmbito dos Jogos Africanos e a segunda fase teve o seu início em 2014 no âmbito da ampliação deste complexo. Após o término dos Jogos, a gestão dos apartamentos do empreendimento tonaram-se responsabilidade do Fundo Para o Fomento da Habitação – FFH, instituição criada pelo governo moçambicano para o desenvolvimento da habitação social para os diferentes grupos de mercado.



Figura 27: a) Fase 1 da construção da Vila Olímpica; b) Fase 2 da construção da Vila Olímpica

Fonte: Langa (2016)

O material de isolamento foi aplicado apenas nas lajes de separação entre os pisos e em paredes partilhadas entre dois apartamentos, portanto, não foi aplicado em paredes divisórias, porém o procedimento correcto seria colocar as lãs em todas as paredes de modo a evitar que o som procurasse um canal de propagação, pois onde existe ar há propagação do som.



Figura 28: a) Interior da parede de um dos quartos; b) Interior da parede da casa de banho

Fonte: Langa (2016)

Resumo das características das construções semi-volumétricas (LSF) em Maputo

Uma vez que as construções em LSF existentes em Maputo são de natureza diferente, foram realizadas em tempos diferentes e por entidades diferentes, foi elaborado um quadro em que são resumidas as informações principais em torno destas construções. É importante salientar que os dados que constam do quadro que se segue foram fornecidos pelo FFH e obtidos através do website da Topsteel, Lda. (empresa encarregue pela reabilitação do Afrin Prestige Hotel).

Quadro 4: Resumo das construções em LSF existentes em Maputo

Ítem	Vila Olímpica	Afrin Prestige Hotel
Finalidade	Habitação	Hotel
Naturza da Obra	Construção de raiz	Ampliação
Tempo de construção	11 meses	18 meses
Número de pisos	4	5
Dificuldades enfrentadas	Políticas relacionadas à importação de materiais de construção	Não fornecida
Patologias	Infiltração de água	Nenhuma

Fonte: Langa (2016)

Diante das barreiras e oportunidades, torna-se essencial desenvolver políticas públicas, capacitar profissionais e incentivar investimentos no método modular de construção, de modo com que Moçambique possa acompanhar as tendências e beneficiar-se plenamente desse método.

CAPÍTULO III

3. Metodologia de investigação

3.1. Tipo de estudo e desenho de pesquisa

3.1.1. Lógica da investigação

Este estudo configurou-se como uma **investigação analítica (explanatória)**, pois buscou compreender e comparar os métodos construtivos modulares e convencionais, identificando seus impactos, desafios e potencialidades no contexto moçambicano.

De acordo com João Ruas (2022:124-125), este tipo de investigação para além de descrever os factos tal como eles acontecem e se apresentam, tem também como objectivo analisar e perceber os problemas e os fenómenos, avaliando as relações de causa efeito entre as variáveis envolvidas.

A pesquisa seguiu uma **abordagem deductiva**, partindo de conceitos teóricos e evidências previamente estabelecidas sobre construção modular e convencional, aplicando-os ao contexto moçambicano para verificar sua aplicabilidade e possíveis adaptações necessárias. Diz ainda João Ruas (2022:127) que, uma investigação do tipo deductivo tem como objectivo, a partir de teorias, estrutura ou modelo, testar-se com as observações feitas durante o processo de investigação.

Quanto a natureza de investigação, a pesquisa adoptou a triangulação metodológica, combinando abordagens quantitativas e qualitativas para uma análise ampla e aprofundada.

A investigação, quanto a aplicação de resultados, possuiu **carácter aplicado**, pois buscou gerar conhecimento prático e orientado para a solução de problemas reais no sector da construção civil. Seus resultados podem fornecer directrizes para empresas, profissionais do sector e formuladores de políticas públicas interessados na adopção de métodos construtivos mais eficientes e sustentáveis.

De acordo com João Ruas (2022:131), uma investigação aplicada é quando os resultados obtidos do processo de investigação são para resolução de problemas concretos que surgem no contexto do mundo real.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

3.2.1. Métodos de colecta e análise de dados

A pesquisa utilizou diferentes fontes de dados, permitindo uma análise mais abrangente e equilibrada. Os principais métodos de colecta de dados incluíram:

- Dados secundários (Revisão bibliográfica e documental)

Os dados secundários constituíram a principal base de sustentação da pesquisa, obtidos a partir da análise de literatura científica, relatórios institucionais, normas técnicas, artigos académicos e outras fontes documentais.

- Survey (Contagem de frequência de respostas em amostras)

O *Survey* foi utilizado para colectar dados quantitativos a partir de uma amostra representativa de empresas, profissionais do sector da construção e público externo. Diferentemente de entrevistas ou questionários convencionais, o *Survey* que é um questionário estruturado, tem como principal objectivo realizar uma contagem de frequência das respostas, sendo composto por perguntas fechadas que permitem quantificar opiniões, percepções e tendências do sector. Esse método possibilitou uma análise estatística dos dados, permitindo identificar padrões e contrastes entre as técnicas construtivas avaliadas.

- Estudo de caso experimental

Foi conduzido um estudo de caso experimental, com o objectivo de examinar práticas inovadoras no sector da construção, comparando ambos métodos e avaliar sua aplicabilidade, dificuldades e procedimentos no contexto moçambicano. Essa abordagem não se aprofundou em um caso específico, mas buscou apresentar exemplos concretos que adoptaram a construção modular com sucesso, servindo como referência para a análise comparativa.

- Observação assistemática

A pesquisa contou ainda com a observação assistemática, uma técnica de observação não estruturada e espontânea, sem o uso de instrumentos formais. Esse método permitiu captar

insights informais sobre práticas construtivas no sector, auxiliando na contextualização dos resultados da pesquisa.

Destaca ainda João Ruas (2022:165) que este tipo de observação (assistemática), também chamada de “expontânea”, caracteriza a observação sem o emprego de qualquer técnica ou instrumento, portanto, sem planeamento e sem questões observacionais previamente elaborados.

Os dados colectados foram analisados de acordo com sua natureza:

- Dados secundários: foram sistematizados e categorizados para embasar as discussões teóricas e comparativas do estudo.
- Dados do Survey: foram tratados por meio de estatísticas descritivas, analisando a frequência das respostas para identificar padrões e tendências relevantes ao tema.
- Dados do estudo de caso e da observação assistemática: foram interpretados por meio da análise de conteúdo, proporcionando uma visão qualitativa complementar à investigação.

A triangulação dessas fontes de dados permitiu uma compreensão mais aprofundada e fundamentada sobre as possibilidades e desafios da construção modular no contexto moçambicano, garantindo a solidez dos resultados da pesquisa.

3.3. População e amostra

A população deste estudo é composta para além de profissionais da área e o público externo (com capacidade de decisão ou interesse directo), empresas actantes no sector da construção civil em Moçambique, abrangendo grandes, médias e pequenas empresas que operam tanto com métodos convencionais quanto com abordagens inovadoras, como a construção modular. O objectivo da pesquisa é obter percepções e recolher experiências com o intuito de identificar vantagens, viabilidade, eficiência e desafios da construção modular em comparação com os métodos tradicionais.

Diante da impossibilidade de consultar todas as empresas do sector, optou-se por uma amostragem probabilística, focada em empresas que tenham experiência ou interesse na construção modular. Tendo em conta que o número de empresas de construção civil em Moçambique, estima-se entre 700 e 2000 (Declaração de Federação Moçambicana de Empreiteiros -FME, 2018), usou-se uma amostra correspondente a 100, sendo 20 relativas

a empresas, 50 relativas a profissionais da área e as restantes 30 relativas ao público externo, usando a equação de Cochran para o cálculo do tamanho da amostra em pesquisas estatísticas. Equação essa, desenvolvida por William G. Cochran em 1977 para determinar de forma mais exigente, amostras em pesquisas populacionais:

$$A = \frac{Z^2 \times d (1 - d)}{e^2}$$

Onde:

A- Corresponde ao tamanho da amostra;

Z- Corresponde ao grau de confiança, podendo ser para 90% (Z=1,65), 95% (Z=1,96) e 99% (Z=2,18);

e- Corresponde a margem de erro que o investigador estabelece (aceita-se normalmente +/- 5, podendo sofrer alterações para até 20% dependendo da pesquisa).

d- Corresponde ao desvio padrão, sendo por norma igual a 0,5.

3.4. Procedimentos administrativos da selecção da amostra

Segundo João Ruas (2022:171), para elaboração de monografias para obtenção do grau de licenciatura, é comum aceitar-se que uma amostra de 50 elementos no mínimo, seja suficiente para condução de *Surveys*, porque por vezes, não é fácil a obtenção de um número maior de pessoas para responderem questionários.

A definição de amostra desta investigação, seguiu critérios metodológicos rigorosos, de modo a assegurar a representatividade dos dados e a validade das inferências realizadas no estudo. Estabeleceu-se uma amostra de 100 unidades, abrangendo tanto empresas do sector (20%) quanto profissionais da área (50%) e público externo (30%).

Com base na equação anterior, obteve-se o resultado da amostra de acordo com Z= 1,96 (grau de confiança para 95%), e= 0,098 (margem de erro correspondente a 9.8%) e d= 0,5 (desvio padrão aconselhável).

A aplicação do questionário foi conduzida de forma híbrida, combinando meios digitais (envio de formulários electrónicos e e-mails) e abordagens presenciais, conforme a acessibilidade dos participantes. Para assegurar a integridade e a confiabilidade das

respostas, os dados foram tratados de maneira sigilosa, garantindo o anonimato dos participantes e respeitando os princípios éticos da pesquisa científica.

3.4.1. Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão foram definidos para garantir que a amostra represente adequadamente a realidade do sector da construção civil em Moçambique. Sendo assim, foram inclusos:

- Empresas formais e activas no sector da construção civil, independentemente do porte (pequenas, médias e grandes);
- Profissionais da área, tais como engenheiros civis, arquitectos, gestores de obra e técnicos especializados em construção modular e convencional;
- Participantes externos que demonstrem disponibilidade para responder ao inquérito e fornecer informações pertinentes ao estudo relativo a opinião social.

3.4.2. Critérios de exclusão

Foram excluídos da amostra:

- Empresas de construção civil inactivas ou sem registro formal;
- Participantes que não completarem integralmente o questionário ou cujas respostas apresentem inconsistências.

Dessa forma, o procedimento adoptado possibilitou a obtenção de dados representativos e coerentes com os objectivos de estudo, permitindo uma análise fundamentada sobre a viabilidade da construção modular em comparação ao método convencional.

CAPÍTULO IV

4. Apresentação dos resultados

4.1. Caracterização da amostra

A amostra considerada neste estudo é composta por 100 participantes, conforme definido na estratégia metodológica, reunindo representantes do sector da construção (incluindo empresas e profissionais especializados), bem como membros do público externo. Os dados seguintes descrevem o perfil sociodemográfico e profissional dos participantes, conforme apurado por meio do questionário estruturado aplicado.

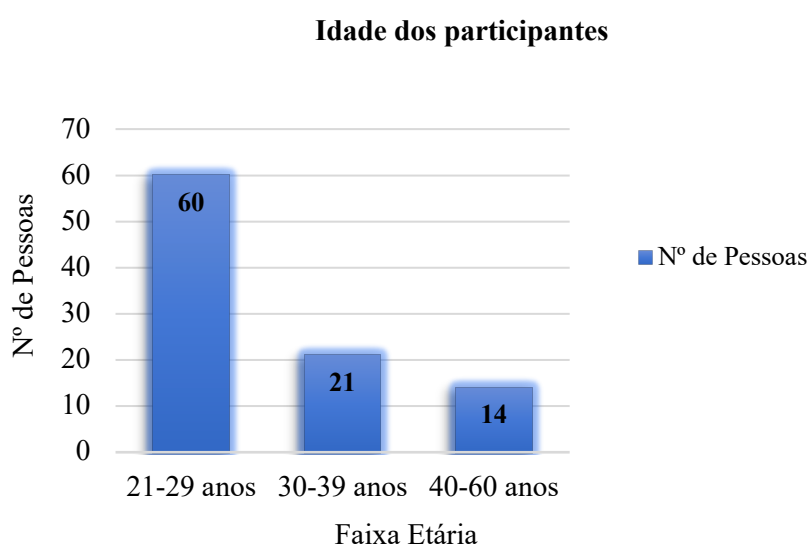


Gráfico 1: Perfil da população inquirida- Faixa etária

Fonte: Autora (2025)

Como ilustra o gráfico 1, dos 100 participantes, 95 responderam à questão referente à idade, situando-se entre 21 aos 60 anos. A faixa etária predominante corresponde aos 21-29 anos, englobando 60 participantes (60% dos participantes). Seguem-se os grupos etários dos 30-39 anos, com 21 participantes (21%) e dos 40-60 anos, com 14 participantes (14%). Apenas 5 participantes (5%), optaram por não declarar a sua idade.

Género dos participantes

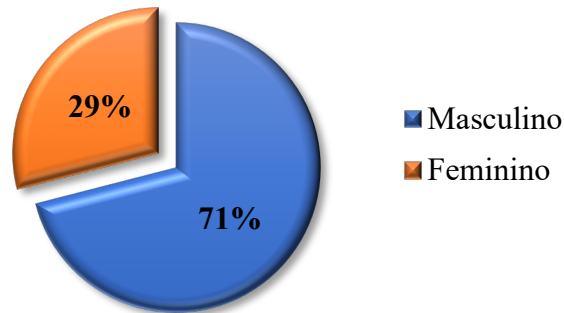


Gráfico 2: Perfil da população inquirida- Género

Fonte: Autora (2025)

De acordo com o gráfico 2, relativamente ao género, 71% dos 100 participantes correspondem ao género masculino e os restantes 29% correspondem ao género feminino.

Local de residência dos participantes

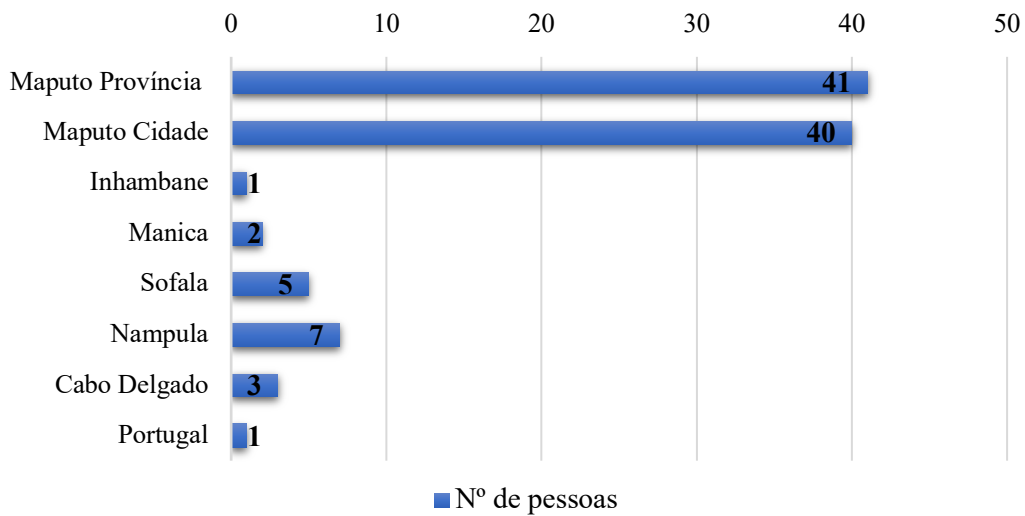


Gráfico 3: Perfil da população inquirida- Local de residência

Fonte: Autora (2025)

Conforme ilustra o gráfico 3, dos 100 participantes, a maior parte localiza-se na região sul do país nomeadamente:

- Maputo província: 41%, abrangendo os distritos de Matola, Matola Rio, Boane, Namaacha e Marracuene;
- Maputo cidade: cerca de 40% dos participantes.

As restantes províncias, surgem com menor representatividade, destacando:

- Nampula com 7% da amostra;
- Sofala com 5% da amostra;
- Cabo Delgado com 3% da amostra;
- Manica com 2% da amostra;
- Inhambane com 1% da amostra.

Adicionalmente, registou-se um participante residente em Portugal (1%).

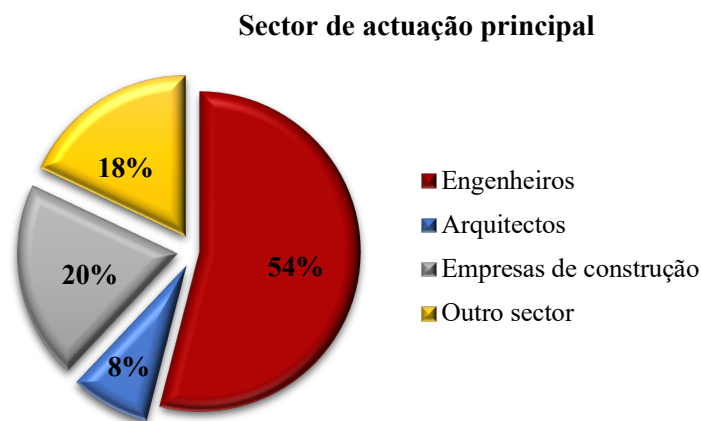


Gráfico 4: Perfil da população inquirida- Sector de actuação

Fonte: Autora (2025)

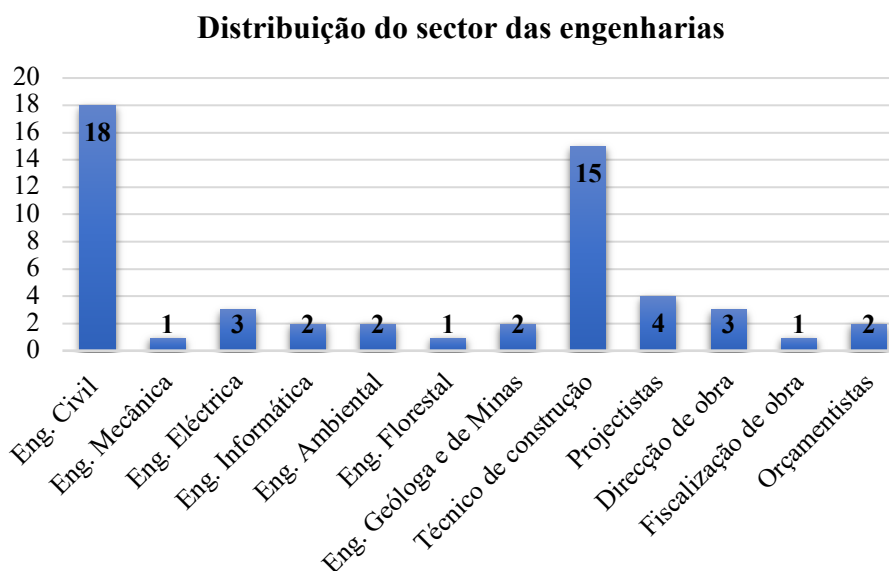


Gráfico 5: Distribuição do sector de engenharia da população inquirida

Fonte: Autora (2025)

No que concerne ao sector de actuação principal, observa-se a predominância de profissionais da construção. Destes, 54% correspondem a engenheiros (incluindo engenheiros civis, mecânicos, eléctricos, informáticos, ambientais, florestais, geólogos e de minas, bem como técnicos de construção, projectistas, directores de obras, fiscais e orçamentistas, conforme o gráfico 5) e 8% correspondem a arquitectos e urbanistas.

As empresas do sector da construção constituem 20% da amostra, englobando empreiteiras, firmas de fiscalização, gabinetes de projecto e serviços técnicos, desde as grandes ate médias e pequenas empresas.

Os restantes 18% são representantes de outros sectores profissionais, nomeadamente: docentes, estudantes, técnicos tributários, carpinteiros, gestores de clientes, trabalhadores de manutenção industrial, gestores de recursos humanos, assistentes administrativos, profissionais do sector comercial e indivíduos actualmente desempregados.

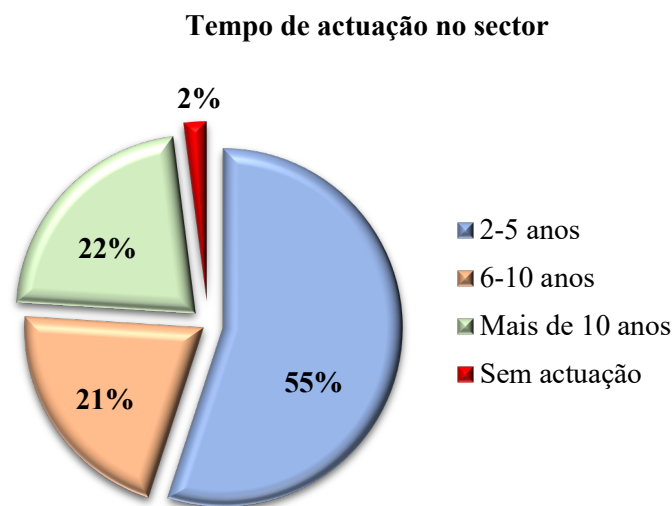


Gráfico 6: Perfil da população inquirida- Tempo de actuação

Fonte: Autora (2025)

No que diz respeito à experiência profissional no sector, dos 100 participantes, o gráfico 6 mostra que 55 participantes afirmam actuar entre 2 a 5 anos; 21 participantes possuem entre 6 a 10 anos de experiência; e 22 participantes actuam há mais de 10 anos. Dois participantes (2%), identificando-se como estudantes, declaram não possuir ainda vínculo efectivo com o mercado de actividades.

4.2. Nível de conhecimento e experiência sobre os métodos construtivos

A presente secção visa apresentar os dados relacionados ao grau de familiaridade dos participantes relativamente aos métodos construtivos em análise, bem como a sua experiência prática associada.

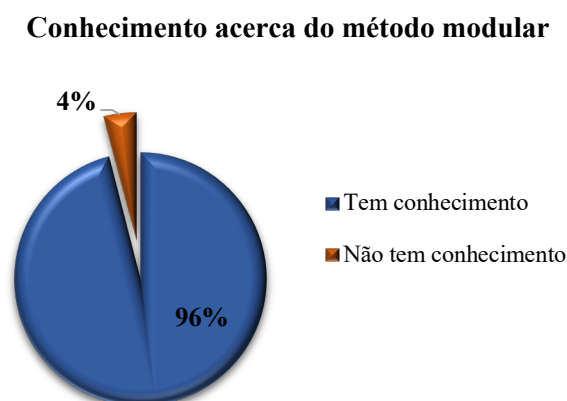


Gráfico 7: Distribuição do conhecimento dos inquiridos acerca do método modular

Fonte: Autora (2025)

De acordo com o gráfico 7, dos 100 participantes, 96% declara ter conhecimento sobre o método modular de construção, enquanto que 4% afirma desconhecê-lo por completo.

Participação em projectos modulares

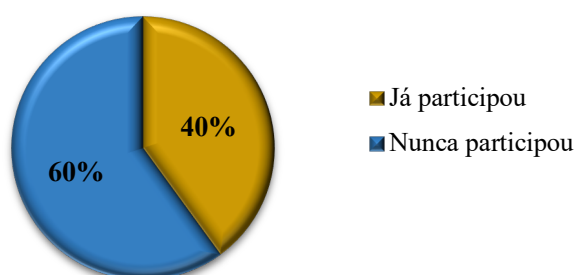


Gráfico 8: Análise de participação dos inquiridos relativamente a projectos modulares

Fonte: Autora (2025)

Apesar da expressiva percentagem de participantes que demonstra conhecimento sobre o tema, de acordo com o gráfico 8, apenas 40% afirma já ter participado de forma directa em projectos de construção modular. A maioria correspondente a 60% afirma não possuir experiência prática relativamente a projectos modulares, isto é, nunca participaram.

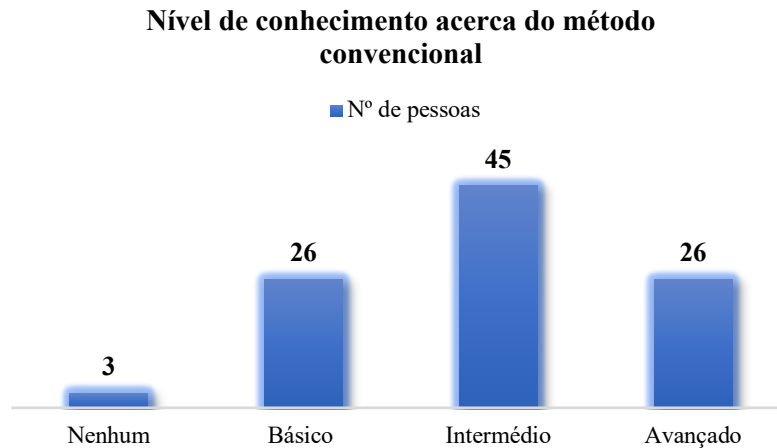


Gráfico 9: Nível de conhecimento dos inquiridos relativamente a construção convencional

Fonte: Autora (2025)

De acordo com o gráfico 9, relativamente ao método convencional, observa-se uma distribuição diversificada do nível de domínio técnico entre os inquiridos. Dos 100 participantes, 45% afirma possuir conhecimento intermédio, 26% classifica o seu domínio como avançado, outros 26% como básico, e apenas 3% assume não possuir qualquer conhecimento sobre o método.

4.3. Eficiência e desempenho

Esta secção apresenta os dados obtidos relativamente à percepção dos inquiridos quanto ao desempenho comparativo dos métodos construtivos modular e convencional, considerando critérios como rapidez de execução, viabilidade económica, qualidade das edificações, adequação ao tipo de projecto e disponibilidade de mão-de-obra especializada.

Método construtivo mais rápido

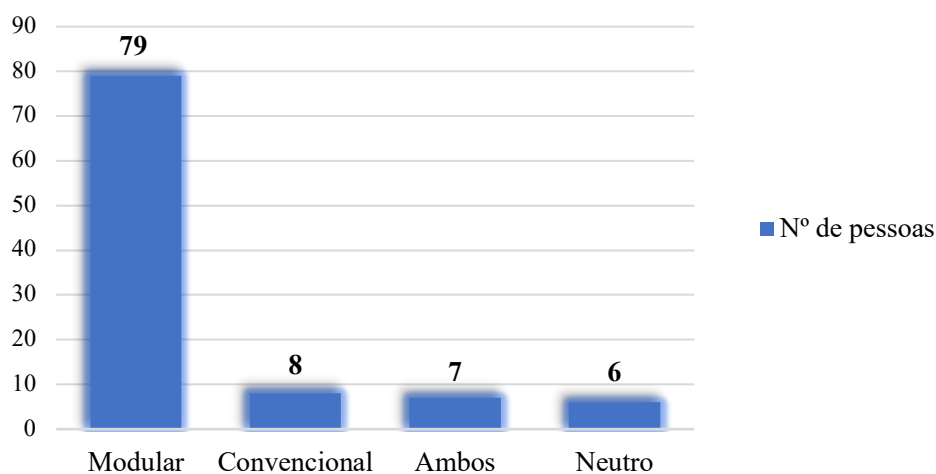


Gráfico 10: Distribuição das respostas quanto ao método mais rápido considerado pelos inquiridos

Fonte: Autora (2025)

Questionados sobre qual dos métodos construtivos apresenta maior rapidez de execução nos projectos, o gráfico 10 aponta que 79% dos participantes considera o método modular como o mais rápido. Apenas 8% atribui essa vantagem ao método convencional, enquanto 7% considera que ambos métodos possuem níveis semelhantes de rapidez e 6% adoptam uma posição neutra.

Método mais económico em Moçambique

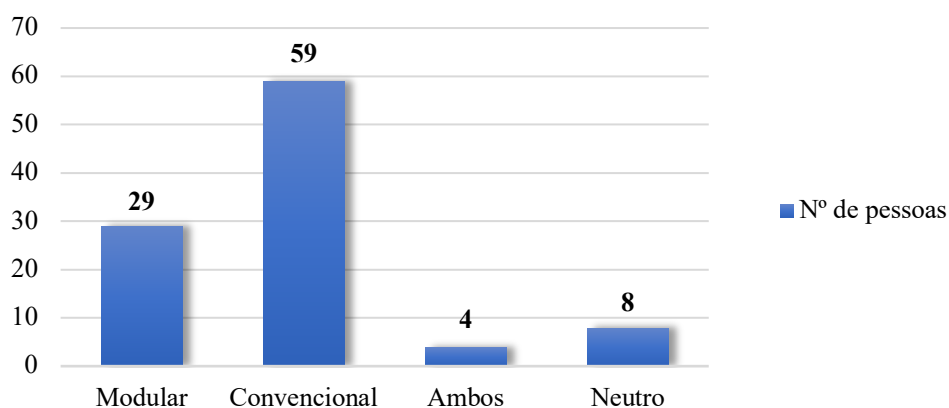


Gráfico 11: Distribuição das respostas quanto ao método mais económico em Moçambique

Fonte: Autora (2025)

Relativamente ao critério da economia no contexto nacional, de acordo com o gráfico 11, 59% dos 100 participantes identifica o método convencional como o mais económico. Em

contrapartida, 29% defende o método modular como sendo mais económico, enquanto que 4% afirma que ambos métodos são igualmente viáveis em termos económicos e 8% mantem-se neutros.

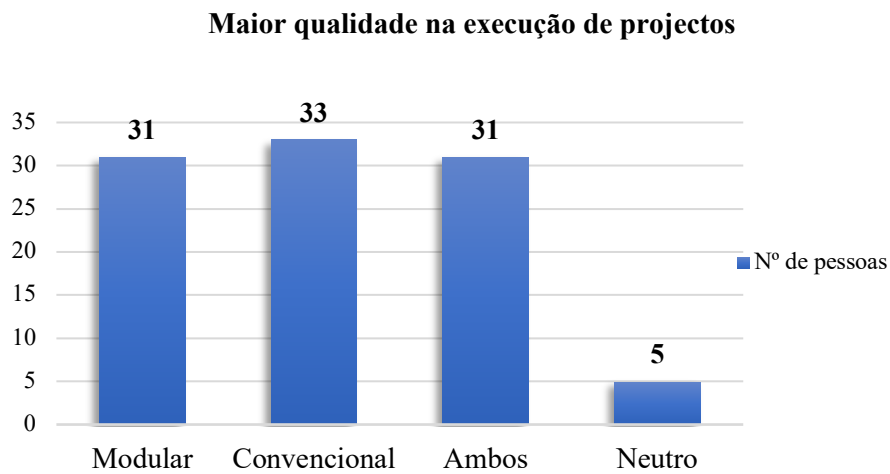


Gráfico 12: Distribuição das respostas quanto a maior qualidade na execução de projectos

Fonte: Autora (2025)

No que se refere à qualidade final dos projectos, de acordo com o gráfico 12, dos 100 participantes cerca de 33% atribuem maior qualidade ao método convencional, 31% considera o método modular superior neste aspecto e outros 31% defendem que ambos métodos apresentam níveis de qualidade equivalentes. Apenas 5% dos participantes expressam neutralidade.

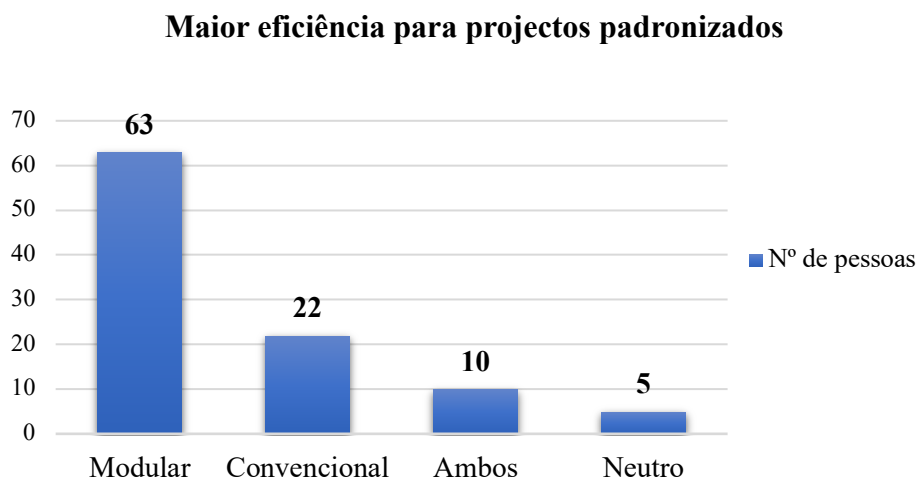


Gráfico 13: Distribuição das respostas quanto a maior eficiência para projectos repetitivos/padronizados;

Fonte: Autora (2025)

Quanto à adequação a projectos de carácter padronizado (escolas, unidades sanitárias, alojamento e outras tipologias de repetição) dos 100 participantes, 62% considera o método modular mais eficiente. Cerca de 22% defendem o método convencional, 10% afirma que ambos se aplicam com igual eficiência e 5% matem-se neutros.

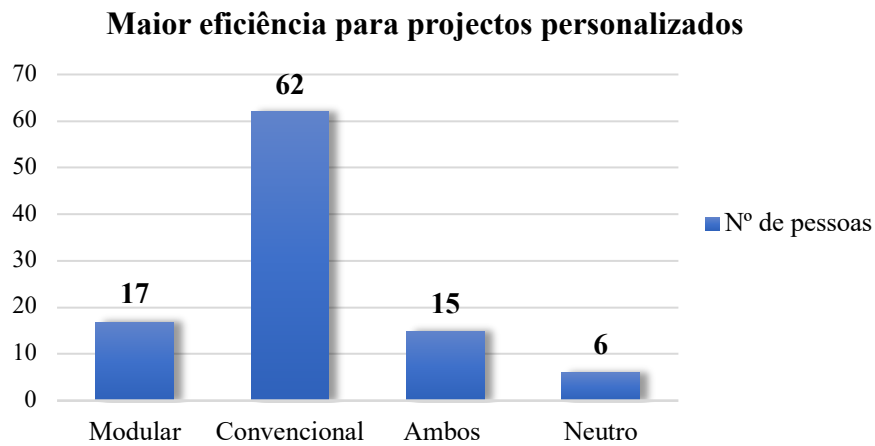


Gráfico 14: Distribuição das respostas quanto a maior eficiência para projectos personalizados e complexos

Fonte: Autora (2025)

No que diz respeito à eficiência em projectos personalizados ou de elevada complexidade arquitectónica, dos 100 participantes, o gráfico 14 mostra que 62% atribui maior eficiência ao método convencional. Apenas 17% refere o método modular como mais eficiente nesse contexto, enquanto que 15% reconhece ambos métodos como eficientes e 6% opta pela neutralidade.

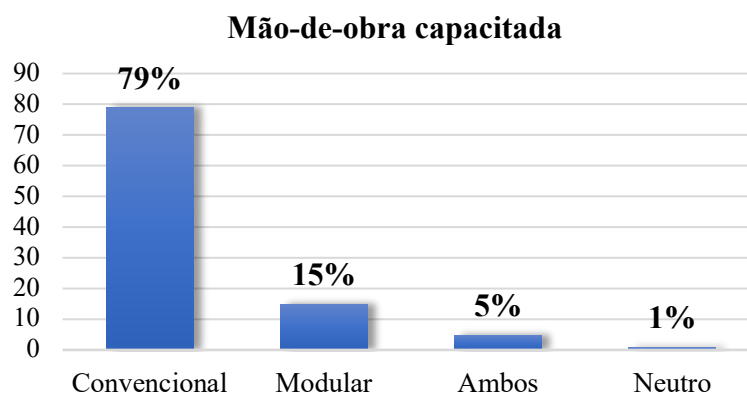


Gráfico 15: Distribuição das respostas quanto a mão-de-obra actual mais preparada

Fonte: Autora (2025)

No que tange à preparação da mão-de-obra, o gráfico 15 revela que dos 100 inquiridos, 79% considera que o método convencional conta com maior disponibilidade de mão-de-

obra. Apenas 15% atribui essa vantagem ao método modular, 5% indicam que ambos métodos possuem mão-de-obra preparada, e 1% mantem-se neutro.

4.4. Viabilidade e sustentabilidade

Esta secção apresenta os dados referentes à percepção dos inquiridos quanto a viabilidade dos métodos no contexto moçambicano. Inclui também a percepção sobre os principais obstáculos à adopção da construção modular no país.

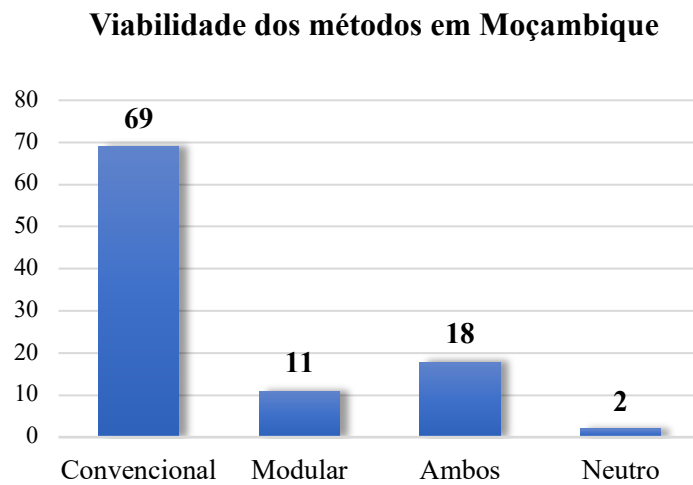


Gráfico 16: Distribuição das respostas quanto a viabilidade dos métodos construtivos

Fonte: Autora (2025)

Conforme ilustrado no gráfico 16, dos 100 participantes, 69% afirma que o método convencional é actualmente o mais viável para Moçambique. Apenas 11% considera o método modular mais viável, enquanto que 18% refere que ambos métodos podem ser viáveis conforme o tipo de projecto. Apenas 2% matem uma posição neutra.

Esta questão, contou com justificativas adicionais fornecidas por 64% dos participantes, as quais serão analisadas no Capítulo V- Discussão dos Resultados.

Maior sustentabilidade dos métodos

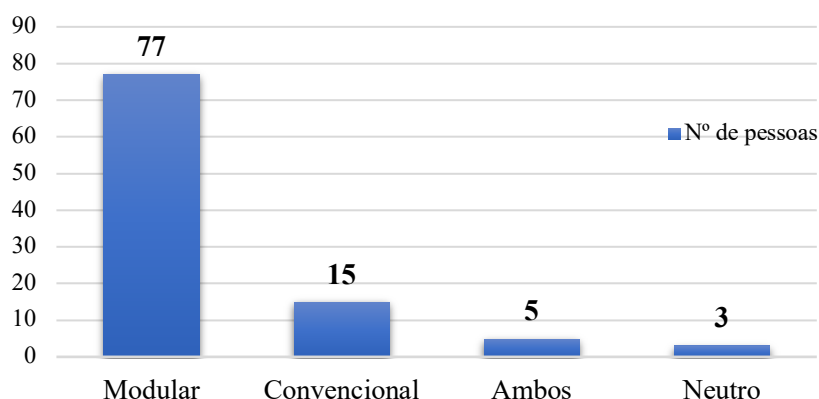


Gráfico 17: Distribuição das respostas quanto a sustentabilidade dos métodos construtivos

Fonte: Autora (2025)

Conforme ilustrado no gráfico 17, 77% dos participantes consideram o método modular mais sustentável em relação ao convencional. Apenas 15% atribuem esse mérito ao método convencional, enquanto que 5% avaliam ambos como igualmente sustentáveis e 3% mantem-se neutros.

Maior redução de custos indirectos

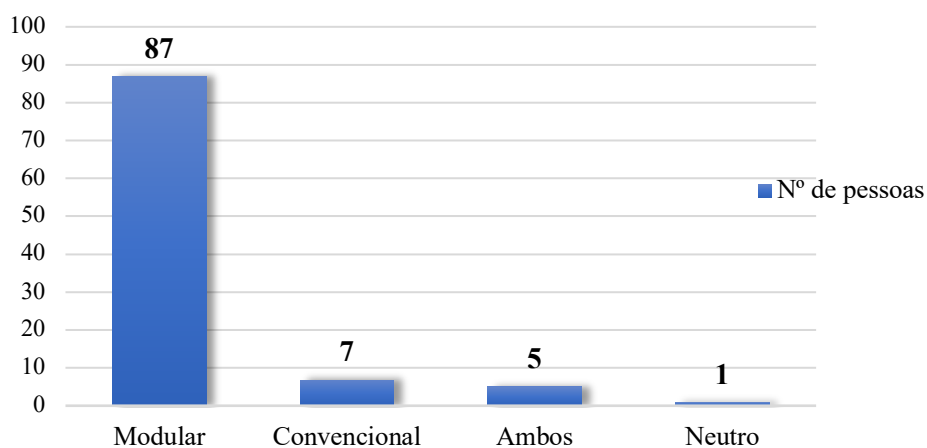


Gráfico 18: Distribuição das respostas quanto a redução dos custos indirectos dos métodos construtivos

Fonte: Autora (2025)

Como representado no gráfico 18, dos 100 participantes, 87% considera que o método modular contribui de forma mais eficiente na redução de custos indirectos. Apenas 7% aponta o método convencional como o mais eficaz nesse aspecto, enquanto que 5% atribue essa vantagem a ambos métodos e 1% adopta uma posição neutra.

Obstáculo à adoção do método modular

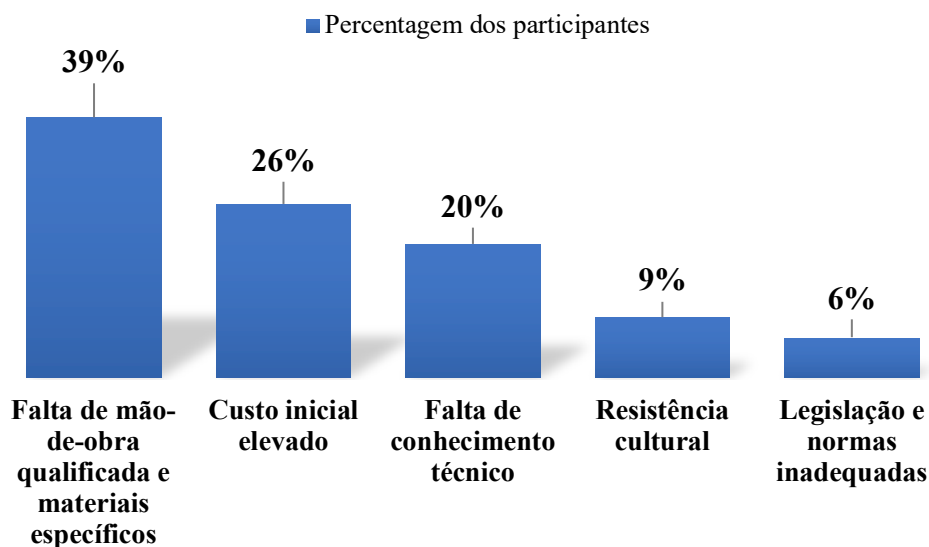


Gráfico 19: Frequência de respostas quanto aos obstáculos á adoção do método modular

Fonte: Autora (2025)

O gráfico 19 mostra que o maior obstáculo à adoção do método modular em Moçambique é a falta de mão-de-obra qualificada e materiais específicos, referida por 39% dos inquiridos. Seguem-se o custo inicial elevado (26%) e a falta de conhecimento técnico (20%). A resistência cultural à mudança (9%) e a inadequação das normas e regulamentações (6%) foram também identificadas como entraves.

Além das opções previamente definidas no questionário, esta secção conta com 32 indicações adicionais fornecidas pelos inquiridos, por meio de respostas abertas. Tais contribuições serão analisadas no Capítulo V- Discussão dos Resultados.

Vantagens do método modular

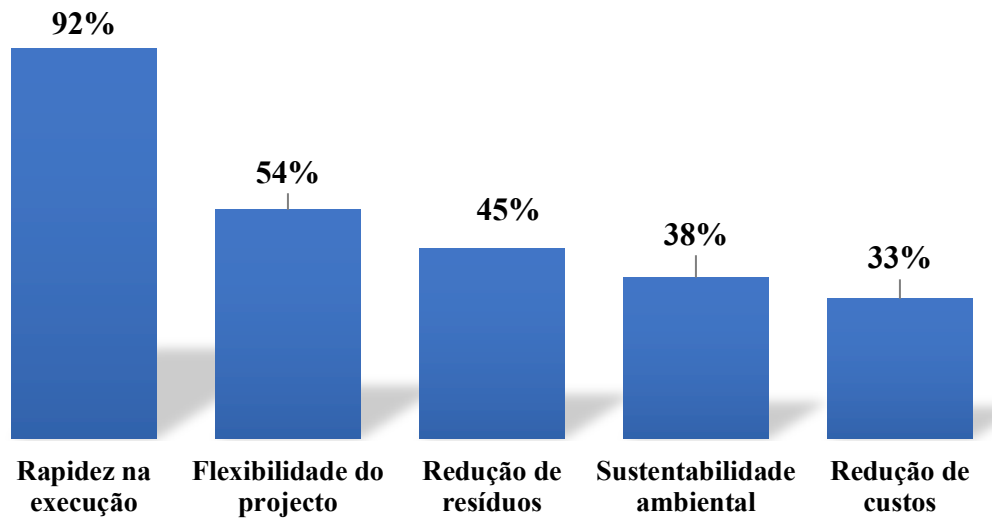


Gráfico 20: Frequência de respostas quanto às vantagens do método modular

Fonte: Autora (2025)

Conforme o gráfico acima, a rapidez na execução corresponde à vantagem mais reconhecida do método modular de construção, sendo apontada por 92% dos participantes. Seguem-se a flexibilidade na concepção do projecto (54%), a redução de resíduos gerados no processo construtivo (45%), a sustentabilidade ambiental (38%) e a redução de custos (33%).

Para além das opções previamente indicadas, 18 participantes apresentaram vantagens adicionais por meio de respostas abertas. Estas contribuições serão analisadas na íntegra no Capítulo V- Discussão dos Resultados.

4.5. Preferência e decisão

Esta secção apresenta os dados relacionados à escolha declarada pelos participantes quanto ao método construtivo que preferiam adoptar, considerando as suas experiências e percepções. Inclui ainda à existência de justificativas abertas que serão analisadas no capítulo seguinte.

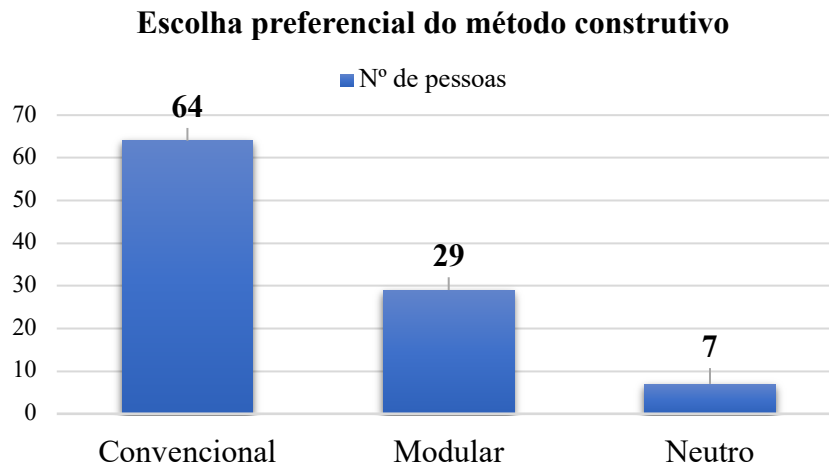


Gráfico 21: Frequência de respostas quanto à escolha preferencial do método construtivo

Fonte: Autora (2025)

Conforme apresentado no gráfico 21, 64% da população inquirida afirma que opta pelo método convencional de construção. Apenas 29% expressa preferência pelo método modular, enquanto que 7% adota uma posição neutra

Além da resposta relativa a escolha, esta questão incluiu um campo para justificação aberta, no qual 60 participantes fornecem comentários adicionais sobre a sua escolha. Tais justificativas serão analisadas em profundidade no Capítulo V- Discussão dos Resultados, com base na sua relevância temática e relação com os objetivos de estudo.

A última questão do questionário estruturado correspondeu a um campo de resposta aberta destinado à partilha de comentários finais sobre os métodos construtivos em análise. Esta pergunta teve como objectivo recolher sugestões complementares, percepções espontâneas e observações críticas por parte dos inquiridos.

Foram registados cerca de 40 comentários adicionais, os quais serão devidamente examinados no capítulo seguinte, referente a discussão dos resultados, com o propósito de enriquecer a interpretação dos dados e proporcionar uma compressão mais aprofundada das percepções dos participantes face à construção modular e convencional.

CAPÍTULO V

5. Discussão dos resultados

5.1. Perfil dos participantes e implicações para a pesquisa

A análise da amostra revelou que 60% dos inquiridos têm idades compreendidas entre os 21 aos 29 anos, o que evidencia a predominância de uma juventude técnica emergente no sector da construção. Esta característica reflecte não apenas a renovação geracional da força de trabalho, mas também a composição demográfica do país. Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística de Moçambique (INE, 2023), mais de 66% da população moçambicana tem menos de 25 anos, confirmando que se trata de um país marcadamente jovem. Esta realidade justifica o predomínio de jovens profissionais na amostra e no sector da construção, que absorve mão-de-obra em crescimento, com formação recente e elevada adaptabilidade.

De acordo com Loosemore e Dainty (2011:67-74), os profissionais mais jovens demonstram maior predisposição para adopção de novas tecnologias e práticas inovadoras, embora possam encontrar dificuldades na aplicação efectiva dessas soluções devido à falta de experiência prática consolidada. Este facto é relevante quando se analisam percepções sobre métodos construtivos alternativos, como a construção modular, que exige conhecimento técnico e segurança na sua implementação.

No que respeita ao género, verificou-se que 71% dos inquiridos são do sexo masculino, o que reflecte a realidade histórica e estrutural do sector da construção, caracterizado pela hegemonia masculina na ocupação técnica e operacional. A Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2019) aponta que as mulheres representam apenas 9% da força de trabalho na construção civil a nível global, com percentagens ainda mais baixas em países africanos, onde estereótipos de género, ausência de políticas inclusivas, barreiras institucionais e condições de trabalho desiguais contribuem para afastar as mulheres deste sector. Estudos como o de Powell e Sang (2015: 919-936) revelam que o ambiente da construção é frequentemente hostil à participação feminina, tanto pelas práticas discriminatórias como pela invisibilidade do trabalho técnico feminino.

Do ponto de vista da formação e actuação profissional, observou-se que 54% dos inquiridos são engenheiros, com especialidades ligadas directamente ao sector da construção (engenharia civil, obras, estruturas, transportes, orçamentação, fiscalização, projecção, entre outras engenharias). Além disso, 20% da amostra corresponde a empresas de construção civil formalmente estabelecidas, o que confere elevada densidade técnica ao universo da investigação. Esta composição é fundamental, pois garante que as percepções recolhidas derivam de sujeitos com contacto directo e actualizado com a realidade construtiva. Segundo Costa (2013:67), a participação de profissionais tecnicamente qualificados é condição essencial para que estudos comparativos sobre métodos construtivos sejam válidos e transferíveis à prática real.

Em relação ao tempo de actuação, 55% dos participantes referiram ter entre 2 e 5 anos de experiência no sector, revelando uma fase de consolidação profissional caracterizada por uma combinação entre domínio técnico recente e crescente envolvimento em projectos. Outros grupos menores incluem profissionais com mais de 10 anos de experiência (22%) e entre 6 e 10 anos (21%). Apenas 2% dos participantes identificaram-se como estudantes, indicando ausência de actuação prática no sector. Essa predominância de profissionais em trajectória de ascensão reforça o carácter intermédio e dinâmico da amostra, que, segundo Gibb & Isack (2003: 146-160), é representativa de um segmento estratégico para o futuro da construção, pois alia formação actualizada à motivação para adopção de novos métodos construtivos.

Geograficamente, a amostra concentrou-se nas regiões de Maputo Cidade e Maputo Província, onde se localizam 81% dos participantes. Essa centralização espacial coincide com os dados levantados por Cruz *et al.* (2020: 40-60), que identificam a capital e seus arredores como centro de decisões técnicas, sede de empresas de construção, instituições formadoras e execução dos maiores projectos públicos e privados do país.

Portanto, o perfil dos participantes nesta investigação não apenas representa a realidade técnico-profissional moçambicana actual, como também expõe desafios estruturais como a desigualdade de género, a juventude da mão-de-obra especializada e a concentração territorial da capacidade técnica, todos elementos que influenciam directamente a percepção, aceitação e aplicabilidade de sistemas construtivos alternativos como o método modular.

5.2. Nível de conhecimento e experiência acerca dos métodos construtivos

Os dados revelam que 96% dos participantes afirmam ter conhecimento sobre a construção modular, mas apenas 40% já participaram de projectos que utilizam esse método, o que evidencia um desfasamento entre conhecimento teórico e experiência prática. Em contrapartida, o método convencional apresenta índices de conhecimento elevados e mais equilibrados, com 45% a identificarem conhecimento intermédio, 26% avançado e apenas 3% sem qualquer contacto com este método.

Este contraste entre familiaridade conceptual e experiência prática na construção modular confirma o diagnóstico feito por Ravache (2021:45-53), que sublinha que a construção modular é frequentemente conhecida nos meios académicos e técnicos, mas enfrenta uma série de barreiras logísticas e estruturais que impedem sua aplicação em larga escala nos países em desenvolvimento. Segundo o autor, esta situação gera um ambiente em que os profissionais “sabem o que é”, mas não conseguem operar efectivamente com o sistema, o que compromete a sua consolidação no mercado.

Gibb e Pendlebury (2006:65) referem que este tipo de desfasamento decorre frequentemente da ausência de projectos piloto, falta de regulamentação clara e da escassez de estruturas formativas voltadas à industrialização da construção. Sem um ecossistema favorável, o conhecimento modular permanece no campo das ideias ou dos estudos académicos, sem gerar familiaridade prática no terreno. Essa limitação é ainda mais visível em contextos como Moçambique, onde a maioria das obras segue modelos tradicionais de execução e contratação, como confirmado por Cruz *et al.* (2020:41-60), ao analisarem os padrões de edificação na zona sul do país.

Por outro lado, a construção convencional apresenta presença dominante tanto na prática quanto na formação profissional. Costa (2013:74) defende que essa prevalência decorre de décadas de uso contínuo, consolidação curricular e aceitação institucional. Segundo a autora, os métodos convencionais são “internalizados como norma”, sendo reforçados pela rotina formativa nas universidades e centros de ensino técnico, bem como pela normatização existente em códigos de obra e práticas urbanísticas.

Além disso, a formação técnica em Moçambique ainda carece de conteúdos estruturados e aprofundados sobre métodos industrializados de construção. Segundo Chilundo (2022), as instituições formadoras priorizam a construção tradicional, em detrimento de sistemas inovadores, o que contribui para manter a construção modular como um conhecimento periférico, mesmo entre profissionais com formação superior.

O impacto desta realidade é visível nas decisões práticas: embora a maioria dos profissionais tenha noção do que é a construção modular, a sua utilização é limitada, muitas vezes pela falta de confiança operacional, inexistência de fornecedores especializados e ausência de políticas públicas que estimulem o uso da pré-fabricação (Lawson *et al.*, 2014). Como resultado, o método modular permanece em estágio exploratório, enquanto o método convencional mantém-se como única alternativa amplamente disponível, operacional e reconhecida pelo mercado.

Portanto, o perfil técnico da amostra demonstra que, embora a construção modular esteja no vocabulário profissional da maioria dos inquiridos, ela ainda não faz parte do repertório prático do sector, o que evidencia uma lacuna entre conhecimento potencial e capacidade instalada, lacuna essa que deve ser considerada em qualquer proposta de modernização da indústria da construção em Moçambique.

5.3. Eficiência e desempenho dos métodos construtivos

A avaliação da eficiência e do desempenho dos métodos construtivos modular e convencional constitui um dos eixos estruturais desta investigação, permitindo identificar não apenas as vantagens técnicas percebidas, mas também os condicionantes que influenciam a sua aplicação no contexto moçambicano. Para tal, esta secção discute comparativamente os resultados obtidos a partir de seis parâmetros-chave: rapidez de execução, economia, qualidade percebida, eficiência em projectos padronizados, eficiência em projectos personalizados e qualificação da mão-de-obra.

a) Rapidez de execução

A rapidez na execução foi apontada como uma das principais vantagens da construção modular por 79% dos inquiridos, em contraste com apenas 8% que atribuíram tal

vantagem ao método convencional. Este resultado está amplamente alinhado com os estudos de Lawson et al. (2014: 38-47) e Smith (2010:68), que sublinham que a construção modular permite uma significativa redução dos prazos de obra, sobretudo devido à execução simultânea das fundações no local e da fabricação dos módulos em ambiente fabril.

Além disso, como defendem Gibb & Pendlebury (2006:65), a construção modular beneficia de condições de produção controladas, que eliminam atrasos associados a factores climáticos, logísticos ou operacionais, comuns em estaleiros de obra. Ravache (2021:47) complementa, salientando que, em contextos como o moçambicano, onde existe elevada pressão por soluções rápidas e eficientes em habitação e infraestrutura social, a construção modular se revela uma resposta estratégica para acelerar a entrega de projectos públicos e privados.

b) Economia no contexto moçambicano

Em relação à economia, os resultados demonstram que 59% dos inquiridos consideram o método convencional mais económico, enquanto 29% atribuem essa característica ao método modular. A construção convencional é, portanto, percebida como financeiramente mais viável no contexto local, sobretudo devido ao seu baixo custo inicial, uso de materiais comuns e disponibilidade de mão-de-obra local (Costa, 2013: 54).

Por outro lado, estudos como o de Lawson et al. (2014:30) defendem que o custo total do ciclo de vida de uma construção modular tende a ser inferior, dado o menor desperdício, menor duração da obra e melhor controlo de qualidade. Contudo, em países como Moçambique, a ausência de incentivos fiscais, políticas públicas de fomento e linhas de financiamento adequadas limita a aplicação deste método, como referem Gibb & Isack (2003:43-45).

Chilundo (2022:49) acrescenta que a falta de estruturas industriais apropriadas e a dependência de importações de tecnologia e componentes especializados reforçam a percepção de que o método modular não é ainda uma opção economicamente viável para empreendimentos de pequena e média escala no país.

c) Qualidade percebida na execução dos projectos

Quanto à qualidade das construções, os dados indicam um equilíbrio relevante: 33% dos inquiridos reconhecem maior qualidade no método convencional, 31% apontam para o método modular e outros 31% consideram ambos equivalentes, com 5% a manterem-se neutros. Estes resultados sugerem que, embora o método convencional continue a ser associado à solidez e fiabilidade, a construção modular já é reconhecida como um sistema com potencial para alcançar elevados padrões de desempenho técnico, desde que correctamente implementado.

Costa (2013:58) sublinha que a qualidade na construção modular depende da precisão fabril, da montagem adequada dos módulos e do cumprimento rigoroso das especificações técnicas, podendo até superar a construção tradicional em aspectos como uniformidade, segurança e acabamento. No entanto, como notam Ravache (2021:54) e Lawson et al. (2014:62), a falta de regulamentação técnica e a reduzida experiência prática com o sistema modular em Moçambique geram desconfiança e hesitação quanto à sua qualidade efectiva.

d) Eficiência em projectos padronizados

Relativamente à eficiência na execução de projectos padronizados, tais como unidades escolares, centros de saúde ou habitação social, 63% dos inquiridos atribuem superioridade à construção modular, contra 22% que optaram pelo método convencional. Este resultado corrobora o que defendem Jaillon & Poon (2008:953-966), ao afirmarem que a modularidade é particularmente eficaz em contextos de elevada repetição e necessidade de padronização.

A produção em série, a montagem em linha e a redução de erros humanos tornam a construção modular ideal para programas públicos de larga escala, garantindo maior rapidez, menor desperdício e previsibilidade técnica (Gibb & Pendlebury, 2006:49). No caso moçambicano, esta característica poderia representar uma alternativa estratégica na resolução de carências habitacionais e infraestruturais, desde que acompanhada de políticas de apoio institucional (Chilundo, 2022:65).

e) Eficiência em projectos personalizados

No que respeita a projectos personalizados e com exigências arquitectónicas mais complexas, 62% dos participantes consideram o método convencional mais eficiente, contra apenas 17% que indicaram o método modular. Esta tendência é consistente com a literatura, que reconhece que, apesar dos avanços recentes, a construção modular ainda apresenta limitações em termos de flexibilidade de design e capacidade de personalização (Smith, 2010:76).

Costa (2013:58) afirma que o método convencional permite adaptações em tempo real, maior liberdade de projecto e intervenção directa dos profissionais no estaleiro, o que o torna preferível em obras com elevado grau de especificidade. Em contrapartida, a natureza fabril da construção modular tende a restringir alterações, o que pode ser um entrave quando os projectos exigem soluções arquitectónicas inovadoras ou não lineares.

f) Mão-de-obra preparada

Por fim, a percepção sobre a disponibilidade de mão-de-obra qualificada reforça os desafios da construção modular em Moçambique: 79% dos inquiridos consideram que o método convencional conta com profissionais mais preparados, contra 15% que reconhecem essa aptidão no sistema modular.

Este resultado evidencia uma lacuna significativa na formação técnica do país, onde os currículos continuam centrados na construção tradicional (Chilundo, 2022: 68). Ravache (2021:49) observa que a adopção do método modular requer competências especializadas, como interpretação de modelos digitais, montagem industrial e integração de componentes, ainda escassas no mercado local.

Smith (2010:42) complementa, indicando que o êxito da industrialização da construção depende de uma reconfiguração curricular e de políticas de capacitação em larga escala, que viabilizem a transição para modelos produtivos mais modernos, como a construção modular.

5.4. Viabilidade dos métodos construtivos em Moçambique

A análise da viabilidade dos métodos construtivos, modular e convencional, no contexto moçambicano, foi um dos eixos centrais do presente estudo, por se tratar de um tema directamente ligado à implementação prática das soluções analisadas. Através do inquérito, 69% dos inquiridos afirmaram que o método convencional é mais viável em Moçambique, enquanto 11% atribuíram esta viabilidade ao método modular e 18% defenderam que ambos os métodos são viáveis, dependendo do contexto. Apenas 2% mantiveram-se na neutralidade.

Para além da pergunta fechada, a investigação procurou compreender as razões subjacentes às escolhas feitas, através de uma questão aberta que recolheu 48 justificativas para o método convencional, 4 justificativas para o modular e 8 para a viabilidade de ambos os métodos. Esta dimensão qualitativa permitiu interpretar os dados de forma mais aprofundada, categorizando as respostas em eixos temáticos recorrentes.

a) Argumentos a favor da viabilidade da construção convencional

A esmagadora maioria das justificativas em favor do método convencional revelou quatro grandes categorias de análise:

Disponibilidade de mão-de-obra especializada

A maior parte dos inquiridos referiu que a mão-de-obra em Moçambique está mais preparada para operar com técnicas convencionais, sendo este um factor decisivo na escolha de um sistema construtivo viável. A ausência de profissionais capacitados para lidar com métodos industrializados compromete directamente a sua aplicabilidade. Esta constatação alinha-se com Chilundo (2022:115-129), que aponta que os currículos técnicos e universitários em Moçambique continuam a priorizar práticas tradicionais, em detrimento de abordagens modulares.

Facilidade de acesso a materiais e logística

A maioria das respostas também salientou que os materiais necessários para a construção convencional são produzidos e comercializados localmente, tais como cimento, areia, blocos, ferro, etc. Além disso, o sistema convencional adapta-se melhor à logística nacional, uma vez que não depende de grandes deslocamentos de módulos ou componentes

pesados, que exigiriam estradas em boas condições e equipamentos de transporte especializados (Gibb & Isack, 2003:146-160).

Baixo custo inicial e flexibilidade financeira

Os participantes destacaram que o método convencional permite flexibilidade na gestão financeira da obra, possibilitando a execução por etapas, conforme a disponibilidade de recursos. Este argumento também aparece na literatura, onde Costa (2013:68) refere que o sistema tradicional é preferido em contextos com limitações orçamentais, por permitir ajustes progressivos na execução da obra.

Adequação cultural, institucional e normativa

Por fim, muitos inquiridos sublinharam que a construção convencional está enraizada culturalmente em Moçambique, sendo mais bem compreendida pela população e melhor enquadrada nas normas legais e regulamentos técnicos vigentes. De acordo com Lawson et al. (2014:38), a ausência de regulamentação específica para construção modular dificulta a sua legalização e aprovação institucional, reforçando a preferência por métodos já institucionalizados.

b) Argumentos a favor da viabilidade da construção modular

As justificativas que apontaram o método modular como mais viável revelaram-se mais escassas, mas apontam argumentos estratégicos com forte potencial a médio e longo prazo:

Rapidez, eficiência e economia de escala

Os inquiridos destacaram que o método modular permite redução significativa do tempo de execução, maior controlo sobre os processos e execução em massa, o que torna o método ideal para infraestruturas repetitivas em larga escala. Este argumento está amplamente documentado por Gibb & Pendlebury (2006:15) e Smith (2010:56-67), que defendem que a construção modular representa um salto qualitativo para contextos em crescimento urbano acelerado.

Alcance a regiões remotas

Um dos participantes destacou que a construção modular possibilita a entrega de infraestruturas em zonas de difícil acesso, onde há escassez mão-de-obra e materiais. Ravache (2021:35) corrobora essa perspectiva ao afirmar que o sistema modular pode funcionar como solução inclusiva, desde que sejam desenvolvidas cadeias logísticas adequadas à realidade local.

Adaptabilidade e montagem flexível

Outros justificaram a viabilidade do sistema modular pela sua possibilidade de montagem, desmontagem e reutilização dos componentes, o que se revela particularmente útil em projectos temporários ou deslocáveis. De acordo com Smith (2010:76), essa característica representa um diferencial estratégico em contextos como acampamentos, escolas móveis ou unidades de saúde emergenciais.

c) Argumentos a favor da viabilidade de ambos os métodos

As oito (8) justificativas que defenderam a viabilidade de ambos métodos convergiram para uma visão híbrida e adaptativa, fundamentada em critérios geográficos, socioeconómicos e técnicos:

Complementaridade estratégica

Vários inquiridos defenderam que o ideal seria combinar os pontos fortes de cada método, aplicando o modular onde se exige rapidez e padronização (como hospitais e escolas) e o convencional em projectos personalizados ou de pequena escala. Lawson *et al.* (2014:46) sustentam essa abordagem mista como tendência em contextos emergentes, permitindo flexibilidade de aplicação e eficiência técnica localizada.

Adaptação às condições regionais

Outros apontaram que a viabilidade depende da localização geográfica, dado que áreas urbanas e capitais têm melhores condições para implementação da construção modular, enquanto zonas rurais continuam mais favoráveis à construção convencional. Este argumento encontra eco em Cruz *et al.* (2020:41-60), que identificam acentuadas

disparidades regionais em termos de infraestrutura, logística e capacidade técnica em Moçambique.

Deste modo, os dados analisados nesta subsecção demonstram que, embora o método modular seja reconhecido por suas vantagens técnicas e inovadoras, a sua viabilidade prática no contexto moçambicano ainda enfrenta obstáculos significativos. A predominância do método convencional como opção viável está relacionada a factores estruturais como a disponibilidade de materiais, qualificação da mão-de-obra, normatização vigente e custos iniciais.

Contudo, as justificativas favoráveis à construção modular e às abordagens híbridas revelam uma abertura gradual e crescente para a adopção futura de soluções industrializadas, especialmente em ambientes urbanos e projectos padronizados.

5.5. Sustentabilidade dos métodos construtivos

A sustentabilidade tem assumido um papel cada vez mais central nas discussões sobre modernização da indústria da construção, em particular em países em desenvolvimento, como Moçambique, onde os desafios ambientais, energéticos e sociais se entrelaçam com a necessidade de expansão urbana. Nesta investigação, quando questionados sobre qual método construtivo consideram mais sustentável, 77% dos inquiridos indicaram a construção modular, 15% atribuíram esta característica ao método convencional, 5% reconheceram sustentabilidade em ambos e 3% mantiveram-se neutros.

Estes dados reflectem uma tendência clara de valorização do método modular no que diz respeito à sustentabilidade, mesmo em um contexto em que este ainda é pouco implementado. Segundo Gouveia *et al.* (2020:224), a sustentabilidade na construção deve ser analisada a partir de três pilares principais: uso eficiente da energia, minimização do impacto ambiental (resíduos, recursos, água) e melhoria das condições sociais e económicas associadas à obra.

a) Sustentabilidade da construção modular

A percepção fortemente positiva dos inquiridos em relação à construção modular pode ser interpretada à luz das seguintes categorias:

Eficiência energética

A construção modular permite maior controlo térmico e lumínico, especialmente quando são utilizadas soluções pré-projectadas com sistemas de isolamento integrados e componentes com bom desempenho energético. Smith (2010:68) e Lawson *et al.* (2014:69-72) destacam que os ambientes em fábrica proporcionam condições ideais para aplicar materiais com alto desempenho energético, resultando em edifícios mais eficientes no consumo de energia ao longo do tempo.

Redução de resíduos

Segundo Gibb & Pendlebury (2006:45), a produção industrial dos módulos reduz significativamente o desperdício de materiais em comparação com os estaleiros de obra. O sistema modular permite reaproveitamento de sobras, controlo de cortes e medições automatizadas, contribuindo para uma gestão mais sustentável dos recursos utilizados. Esta eficiência na gestão de resíduos é um dos principais factores apontados pelos inquiridos para justificar a superioridade sustentável do método modular.

Uso racional dos materiais

A construção modular promove a optimização do uso de recursos, dado que o projecto é concebido em ambiente digital com alto grau de precisão. Isto permite planear e produzir exatamente o necessário, reduzindo perdas e consumo excessivo de matéria-prima. Como referem Ravache (2021:62) e Costa (2013:54), a padronização dos componentes é um dos pilares da eficiência material do método modular.

Menor impacto no local da obra

A construção modular também contribui para uma significativa redução do impacto ambiental local, pois limita o número de actividades no estaleiro de obras, reduz o ruído, a poeira, a movimentação de veículos pesados e o consumo de água. Esta característica é particularmente relevante em áreas urbanas e zonas ambientalmente sensíveis, como referido por Jaillon & Poon (2008: 953-966).

b) Sustentabilidade da construção convencional

Apesar da preferência pelo método modular 15% dos inquiridos consideraram o método convencional mais sustentável. Essa percepção pode estar associada ao facto de o sistema convencional permitir o uso de materiais naturais disponíveis localmente, reduzindo custos e emissões associadas ao transporte de materiais importados. Como argumenta Cruz *et al.* (2020:41-60), em contextos rurais ou de baixa densidade de infraestruturas, a utilização de recursos locais pode, em certos casos, representar uma prática ambientalmente ajustada.

Contudo, a literatura tende a apontar que a construção convencional, mesmo com uso de materiais locais, ainda apresenta maiores níveis de desperdício, consumo de energia e impacto no ambiente do canteiro, devido à menor padronização e controlo (Gouveia *et al.*, 2020:230).

Portanto, preferência dos inquiridos pela construção modular em termos de sustentabilidade, apesar de sua reduzida adopção prática no país, demonstra uma consciência crescente acerca da importância ambiental na escolha de soluções construtivas. Este posicionamento, no entanto, ainda carece de estrutura institucional, capacitação técnica e regulamentação para ser efectivamente implementado.

Moçambique enfrenta actualmente desafios sérios em termos de urbanização desordenada, escassez de recursos, mudanças climáticas e erosão costeira. A construção modular, se integrada com políticas públicas ambientais e estratégias industriais adequadas, pode representar uma via concreta para um sector da construção mais sustentável, especialmente em programas de habitação social e infraestruturas públicas.

5.6. Redução de custos indirectos

Os custos indirectos compreendem todos os encargos não directamente relacionados com a aquisição de materiais ou pagamento de mão-de-obra produtiva, mas que incidem sobre o funcionamento e gestão da obra, como transporte interno, equipamentos, consumo de energia, segurança, gestão de resíduos, tempo de permanência no estaleiro, entre outros (Souza & Melhado, 2017:48).

No âmbito do presente estudo, ao serem questionados sobre qual método construtivo mais contribui para a redução de custos indirectos, 87% dos participantes atribuíram essa

vantagem à construção modular, 7% ao método convencional, 5% consideraram ambos equivalentes e apenas 1% manteve-se neutro.

a) Redução de custos indirectos na construção modular

A construção modular, ao centralizar a produção em ambiente fabril e reduzir a intervenção directa no estaleiro, contribui significativamente para a diminuição de custos associados à operação do estaleiro. Lawson *et al.* (2014:55) destacam que, em ambientes controlados, é possível minimizar perdas de material, eliminar desperdícios, evitar retrabalhos e reduzir prazos, impactando positivamente os custos indirectos.

Além disso, Ravache (2021:67) enfatiza que a redução do tempo de obra típica da construção modular traduz-se em menos tempo de ocupação do estaleiro, menor necessidade de segurança, menor consumo energético no local e menor tempo de aluguer de equipamentos e estruturas provisórias, representando uma economia considerável em empreendimentos de médio e grande porte.

A adopção de práticas de planeamento integradas, como o conceito de construção enxuta (*lean construction*), conforme discutido por Smith (2010:83), reforça ainda mais a capacidade do sistema modular de reduzir perdas associadas à movimentação desnecessária, duplicidade de tarefas e logística desorganizada, tornando-o altamente eficiente em termos económicos.

b) Custos indirectos na construção convencional

Em contrapartida, o sistema convencional, embora largamente adoptado em Moçambique, tende a apresentar maior fragilidade no controlo de custos indirectos. Devido à sua natureza artesanal e sequencial, este método está sujeito a maior incidência de retrabalhos, desperdício de materiais, paralisações por factores climáticos e falhas na gestão de recursos (Costa, 2013:54-62).

A execução prolongada, típica da construção convencional, aumenta o tempo de permanência de equipamentos e pessoal no estaleiro, elevando custos associados à segurança, transporte contínuo de materiais e consumo de recursos durante o processo. A falta de padronização e a dependência de improvisações no local comprometem o controlo

económico e aumentam os riscos financeiros da obra, sobretudo em projectos de grande escala ou com prazos rigorosos.

Portanto, a expressiva maioria dos inquiridos que reconhece o potencial da construção modular na redução dos custos indirectos demonstra uma percepção alinhada com os princípios contemporâneos de racionalização de recursos e gestão integrada de projectos. Mesmo num contexto ainda em desenvolvimento, como o moçambicano, os profissionais parecem compreender que a industrialização da construção pode contribuir decisivamente para a eficiência económico-operacional dos empreendimentos.

Todavia, importa destacar que para que essas vantagens se materializem de forma efectiva, será necessário investimento em infraestrutura industrial local, regulamentação técnica, programas de formação específica e desenvolvimento de uma cadeia de fornecimento confiável. Sem esses factores estruturais, a construção modular continuará a apresentar vantagens teóricas, mas com dificuldades de aplicação prática em larga escala no país.

5.7. Obstáculos à adopção da construção modular

Apesar do reconhecimento crescente das vantagens técnicas e sustentáveis da construção modular, a sua adopção em Moçambique enfrenta diversos entraves, conforme evidenciado pelos dados do presente estudo. Questionados sobre os principais obstáculos à implementação deste método construtivo, os inquiridos indicaram os seguintes factores:

- 39% apontaram a falta de mão-de-obra qualificada em materiais específicos como o maior entrave;
- 26% indicaram o custo inicial elevado;
- 20% referiram a falta de conhecimento técnico;
- 9% atribuíram à resistência cultural;
- 6% consideraram a legislação e normas inadequadas.

Para além destas opções, foram recolhidas 32 respostas adicionais, que permitiram aprofundar a análise, evidenciando um conjunto mais abrangente de limitações. A sistematização destas respostas revelou quatro grandes categorias de obstáculos: técnico-industriais, económico-financeiros, formativos-culturais e institucionais-logísticos.

a) Obstáculos técnico-industriais

Vários participantes destacaram a inexistência de infraestruturas industriais adequadas, como fábricas de pré-fabricação, centros de montagem, equipamentos de transporte e elevação de módulos. Além disso, foram apontadas limitações arquitectónicas do método modular, especialmente em obras complexas, e restrições no fornecimento local de componentes específicos.

Autores como Lawson *et al.* (2014:46) e Ravache (2021:88-90) confirmam que o sucesso da construção modular depende de uma cadeia industrial bem estruturada, composta por fornecedores locais, tecnologias apropriadas e logística especializada. Em Moçambique, a ausência desta estrutura representa um dos maiores entraves à sua implementação prática.

b) Obstáculos económico-financeiros

O custo inicial elevado, associado à importação de componentes e à aquisição de maquinaria específica, foi amplamente referido pelos inquiridos. Alguns mencionaram ainda custos logísticos, taxas alfandegárias e impostos sobre equipamentos, bem como a falta de capital de investimento e financiamento acessível para projectos modulares.

Como apontam Gibb & Isack (2003:146-160), a construção modular requer investimentos iniciais superiores aos métodos convencionais, embora compense em médio e longo prazo. Em países em desenvolvimento, essa exigência financeira torna-se uma barreira significativa, sobretudo na ausência de políticas de incentivo.

c) Obstáculos formativos e culturais

A escassez de profissionais qualificados, a falta de centros de formação específicos e a resistência cultural de técnicos e clientes foram obstáculos recorrentes nas justificativas. A construção modular exige competências distintas da construção tradicional, como montagem de componentes, leitura de projectos digitais e operação de maquinaria industrial.

Smith (2010:67) destaca que a transição para métodos industrializados depende da capacitação técnica de engenheiros, arquitectos e operários, sendo necessária uma reestruturação curricular e formação contínua. A resistência cultural, por sua vez, manifesta-se na preferência enraizada pelo sistema convencional, visto como mais confiável por grande parte dos clientes e empreiteiros

d) Obstáculos institucionais e logísticos

Os inquiridos também apontaram ausência de incentivos públicos, falta de regulamentação específica e pouca divulgação institucional como factores limitantes. Adicionalmente, foram citadas dificuldades na montagem e transporte de módulos em zonas remotas, sobretudo pela precariedade das vias e pela extensão territorial do país.

A literatura confirma que a adopção da construção modular requer ajustamentos normativos, incentivos fiscais e campanhas de sensibilização, sem os quais a inovação tende a encontrar resistência institucional (Chilundo, 2022:78). Em Moçambique, a ausência de políticas públicas orientadas à industrialização do sector da construção agrava ainda mais estes entraves.

Contudo, os dados qualitativos revelam uma consciência crescente sobre os caminhos possíveis para mitigar tais desafios, como o investimento em formação, a criação de fábricas locais, e o fortalecimento logístico e institucional. Esta compreensão será melhor explorada na próxima subsecção, dedicada às vantagens percebidas da construção modular, o que permitirá uma visão mais equilibrada e abrangente sobre o potencial deste sistema construtivo em Moçambique.

5.8. Vantagens percebidas da construção modular

Neste estudo, os dados recolhidos reflectem uma percepção generalizadamente positiva dos inquiridos em relação às vantagens deste sistema construtivo.

Na questão estruturada, os participantes indicaram como principais vantagens da construção modular:

- 92%: Rapidez na execução da obra;
- 54%: Flexibilidade do projecto;
- 45%: Redução de resíduos;
- 38%: Sustentabilidade;
- 33%: Redução de custos.

Para além destas opções, 18 inquiridos forneceram indicações adicionais, revelando novas dimensões que ampliam a compreensão da utilidade e relevância do sistema modular no

contexto moçambicano. Essas respostas foram agrupadas em cinco categorias: qualidade e controlo, flexibilidade e adaptabilidade, eficiência operacional, segurança e resiliência estrutural, e sustentabilidade ambiental e social.

a) Qualidade e controlo

Entre as vantagens mais fortemente reiteradas destaca-se o controlo de qualidade. Os inquiridos referiram que o ambiente fabril permite maior rigor na verificação dos materiais, acabamentos mais precisos, qualidade padronizada das peças e menor dependência de mão-de-obra local. Estes factores são especialmente valorizados num cenário com escassez de profissionais qualificados, como é o caso moçambicano.

Smith (2010:64) destacam que a industrialização da construção promove consistência, precisão e rastreabilidade na execução dos elementos construtivos, reduzindo falhas e garantindo uma performance superior ao longo do ciclo de vida da edificação.

b) Flexibilidade e adaptabilidade

Outro grupo de vantagens amplamente evidenciado refere-se à flexibilidade do sistema modular, com destaque para a possibilidade de ampliação posterior, desmontagem e realocação dos módulos e adaptabilidade às necessidades do utilizador ao longo do tempo.

Gibb & Pendlebury (2006:67) defendem que a modularidade permite intervenções em fases, com mínimo impacto na estrutura existente, algo particularmente útil para projectos públicos, zonas periurbanas ou contextos de expansão rápida. Esta capacidade adaptativa foi percebida como altamente vantajosa para o país.

c) Eficiência operacional

Os dados revelaram ainda que os inquiridos associam a construção modular a maior eficiência na gestão do processo construtivo. Foram mencionados: redução do tempo de obra, melhor planeamento, redução de desperdícios, menor tempo de trabalho no estaleiro e precisão na montagem, o que repercute directamente na redução de custos indirectos.

Segundo Souza & Melhado (2017:59-62), a construção modular incorpora os princípios da construção enxuta (*lean construction*), permitindo reduzir recursos improdutivos e aumentar a produtividade, o que se reflecte num processo construtivo mais racional e financeiramente equilibrado.

d) Segurança e resiliência estrutural

Outro aspecto notável está relacionado à capacidade do método modular de resistir a fenómenos naturais extremos, como ciclones, inundações e erosão, que afectam Moçambique com frequência. A produção em ambiente controlado e a montagem rigorosa contribuem para edifícios mais resistentes, seguros e com menores riscos estruturais.

Jaillon & Poon (2008:953-966) explicam que, devido à sua montagem por unidades estanques e reforçadas, os edifícios modulares podem, quando bem concebidos, apresentar melhor desempenho estrutural em contextos de risco do que construções convencionais improvisadas ou artesanais.

e) Sustentabilidade ambiental e inclusão social

Por fim, foram identificadas vantagens ligadas à sustentabilidade ambiental, como menor impacto no local da obra, redução de resíduos, uso racional de materiais e melhor eficiência energética. Também se destacou a acessibilidade da construção modular, que pode chegar a zonas remotas com menor infraestrutura, ampliando o acesso à habitação e aos serviços básicos.

Gouveia *et al.* (2020:47) argumentam que a construção modular é uma resposta compatível com os princípios do desenvolvimento sustentável, pois alia inovação tecnológica a ganhos sociais, económicos e ambientais.

Os dados recolhidos evidenciam que os inquiridos reconhecem um leque alargado de vantagens da construção modular, que transcende os benefícios tradicionalmente mencionados. As justificativas adicionais revelam um entendimento técnico e estratégico por parte dos respondentes, apontando para uma valorização crescente de sistemas mais eficientes, seguros, flexíveis e sustentáveis.

5.9. Preferência e decisão dos participantes

A escolha do método construtivo ideal envolve uma conjugação entre viabilidade técnica, contexto económico, práticas culturais e experiências acumuladas no sector. A presente investigação procurou compreender, entre os inquiridos, quais métodos construtivos seriam preferencialmente escolhidos para execução de projectos reais, e quais os fundamentos que justificariam tal decisão.

Do total de 100 participantes:

- 64% optariam pela construção convencional;
- 29% escolheriam a construção modular;
- 7% adotaram uma posição neutra, indicando que a escolha dependeria de factores contextuais do projecto.

A análise das justificativas abertas, recolhidas junto a estas respostas, permitiu aprofundar os critérios que norteiam tal decisão, evidenciando motivações de ordem técnica, económica, funcional e cultural. A seguir, apresenta-se uma sistematização das justificativas por categoria preferencial.

a) Preferência pela construção convencional

As justificativas apresentadas por participantes que escolheram o método convencional evidenciaram cinco eixos principais:

- **Custo e acessibilidade:** Muitos respondentes percebem a construção convencional como mais viável financeiramente, seja pela possibilidade de execução faseada, menor custo inicial, facilidade de acesso a materiais e maior oferta de mão-de-obra. O método foi também associado a menor risco financeiro, sendo preferido por indivíduos com poder aquisitivo limitado.
- **Disponibilidade técnica e experiência local:** Foi amplamente referido que Moçambique ainda dispõe majoritariamente de profissionais e empresas formadas em construção tradicional. A familiaridade do sector com este modelo construtivo representa um ambiente de maior confiança para a execução de obras, sobretudo residenciais.
- **Flexibilidade e adaptação durante a execução:** A construção convencional foi valorizada por permitir modificações em tempo real, algo importante para projectos com financiamento instável ou com alterações de projecto durante a obra.
- **Aderência cultural e estética tradicional:** Muitos participantes referiram-se à construção convencional como sendo “mais segura” e esteticamente mais próxima da “ideia de casa”, sobretudo no que toca a acabamentos e linguagem arquitectónica.
- **Ajuste ao contexto moçambicano actual:** Vários respondentes afirmaram que, apesar do potencial da construção modular, o ambiente nacional ainda não dispõe

da estrutura necessária para torná-la uma alternativa prática e amplamente acessível.

Tais percepções estão em conformidade com o que apontam Ravache (2021:65) e Costa (2013:59-64), ao referirem que a implementação de métodos industrializados requer um ecossistema formado, o que inclui regulamentação, fornecedores, formação e cultura técnica. Em países onde esse sistema ainda se encontra em formação, é comum que a construção convencional permaneça como escolha dominante.

b) Preferência pela construção modular

As justificativas que apoiam a escolha do método modular evidenciam uma visão mais inovadora, voltada a ganhos em performance, eficiência e sustentabilidade. Os principais factores observados foram:

- Rapidez e menor tempo de execução: A construção modular foi reiteradamente referida como mais rápida, sendo valorizada para situações em que o tempo é um factor crítico, como equipamentos públicos, empreendimentos habitacionais e projectos de resposta rápida.
- Controlo de qualidade e precisão: Muitos participantes salientaram que a fabricação em ambiente controlado permite padronização, redução de erros e acabamento superior, o que contribui para a durabilidade e performance dos edifícios.
- Sustentabilidade e economia de recursos: Foram destacadas a redução de resíduos, a eficiência energética, e a melhor gestão de materiais, reforçando o argumento de que o método modular pode alinhar-se a uma agenda ambiental e de racionalização de recursos.
- *Design* contemporâneo e personalização: Contrariando a ideia de limitação estética, vários inquiridos indicaram que a construção modular pode oferecer liberdade arquitectónica e conforto, especialmente com o avanço de tecnologias como o *Light Steel Frame*.
- Desejo de inovação e experimentação: Alguns participantes expressaram o desejo de experimentar o sistema modular como forma de desafiar o modelo tradicional e inspirar novas práticas no sector.

Estes argumentos são coerentes com o que propõem Smith (2010:65) e Jaillon & Poon (2008:953-966), que sustentam que a construção modular representa uma resposta moderna e tecnicamente robusta aos desafios actuais da construção urbana e infraestruturas, sobretudo em países que enfrentam pressões demográficas, climáticas e logísticas.

c) Posição neutra

A única justificativa apresentada por um participante neutro destacou que a escolha dependeria de: “modelo arquitetónico, complexidade, custo inicial e tempo de execução”.

Tal visão é consistente com Goodier & Gibb (2007:67), que defendem que a selecção do sistema construtivo deve ser técnica e contextualizada, sendo orientada pelas características do projecto, disponibilidade de recursos e objectivos operacionais do cliente.

5.10. Verificação das hipóteses da investigação

A presente investigação foi orientada por duas hipóteses centrais, formuladas com o propósito de avaliar comparativamente o método modular e o método convencional no contexto moçambicano. Tais hipóteses visam aferir a existência ou não de vantagens consideráveis associadas ao método modular, considerando variáveis como custo, tempo de execução, impacto ambiental, sustentabilidade e eficiência produtiva.

A confrontação crítica entre os dados empíricos recolhidos e a fundamentação teórica previamente analisada permite agora proceder à verificação técnica dessas hipóteses, como se segue:

Hipótese nula (H₀):

A construção modular não apresenta vantagens consideráveis em relação ao convencional no contexto moçambicano, sendo uma alternativa inviável ou pouco eficaz para impulsionar a modernização da indústria da construção, tanto em termos de custos, tempo de execução, impacto ambiental, sustentabilidade ou eficiência produtiva.

A análise dos resultados obtidos permite rejeitar esta hipótese em relação aos aspectos técnicos e operacionais. O método modular foi amplamente reconhecido pelos inquiridos como mais rápido (79%), mais sustentável (77%), e mais eficiente em projectos padronizados (63%), apresentando também um elevado grau de percepção positiva quanto à redução de custos indirectos (87%), ao controlo de qualidade e à racionalização de recursos. Tais vantagens são coerentes com a literatura técnica, nomeadamente com autores como Smith (2010), Gibb & Isack (2003) e Ravache (2021), que defendem a superioridade da construção modular em cenários que exigem eficiência produtiva e sustentabilidade.

Contudo, esta hipótese não pode ser totalmente descartada, considerando que os dados revelam limitações relevantes quanto à aplicabilidade prática do sistema modular no actual contexto moçambicano. Aspectos como a escassez de mão de obra especializada, a inexistência de fábricas de pré-fabricação em escala, o custo inicial elevado e a ausência de políticas públicas de incentivo foram reiteradamente mencionados pelos inquiridos como entraves substanciais. Tal constatação justifica, portanto, a manutenção parcial da hipótese nula no que diz respeito à viabilidade imediata da construção modular em Moçambique.

Hipótese alternativa (H₁):

A construção modular apresenta vantagens consideráveis em relação ao convencional no contexto moçambicano, sendo uma alternativa viável e eficaz para impulsionar a modernização da indústria da construção, tanto em termos de custos, tempo de execução, impacto ambiental, sustentabilidade ou eficiência produtiva.

A hipótese alternativa é substancialmente confirmada no plano técnico, visto que os dados obtidos indicam um reconhecimento generalizado das vantagens do sistema modular, sobretudo no que se refere à flexibilidade, precisão construtiva, sustentabilidade e controlo de processos. Os resultados do inquérito, complementados pelas justificativas qualitativas, apontam para uma crescente aceitação do método modular como uma solução inovadora, eficiente e ambientalmente adequada às exigências contemporâneas da construção.

No entanto, deve-se considerar que essa confirmação é condicionada à superação de barreiras estruturais, que envolvem a criação de um ecossistema produtivo, normativo e institucional capaz de acolher e operacionalizar a industrialização da construção. Tal como referem os autores Costa (2013) e Jaillon & Poon (2008), a transição da construção tradicional para sistemas pré-fabricados exige investimentos coordenados, políticas de fomento e mudança cultural gradual.

Síntese conclusiva

Diante do exposto, conclui-se que:

- A hipótese nula é tecnicamente refutada quanto à alegação de que a construção modular não apresenta vantagens consideráveis, dado o reconhecimento objectivo de suas qualidades técnicas, sustentáveis e operacionais.
- No entanto, é parcialmente sustentada no que se refere à sua viabilidade prática e institucional no cenário actual, especialmente fora dos grandes centros urbanos ou em contextos com baixos recursos logísticos e humanos.
- A hipótese alternativa é validada quanto ao mérito e potencial do sistema modular como catalisador da modernização da indústria da construção em Moçambique, mas a sua plena eficácia depende de intervenções estruturantes, sobretudo nas áreas de formação técnica, incentivos estatais, desenvolvimento industrial e adaptação normativa.

Assim sendo, a presente pesquisa permite afirmar que a construção modular possui vantagens consideráveis e relevantes, mas que a sua aplicação no país requer um planeamento estratégico e contextualizado, a fim de consolidar o seu uso como alternativa viável, eficaz e sustentável a médio e longo prazo.

CAPÍTULO VI

6. Conclusão e recomendações

O presente estudo teve como propósito realizar uma análise comparativa entre os métodos construtivos modular e convencional, com enfoque na sua eficiência produtiva, sustentabilidade, viabilidade económica e aplicabilidade no contexto da indústria da construção em Moçambique. Através de uma abordagem metodológica mista, com suporte empírico obtido mediante inquérito estruturado e aplicado a profissionais do sector, empresas e público externo, foi possível identificar os principais factores que influenciam a adopção de cada método, bem como avaliar a percepção dos intervenientes quanto às suas vantagens, limitações e potencial de expansão.

Os resultados demonstraram que o método convencional permanece amplamente predominante no país, sustentado pela disponibilidade de mão de obra qualificada, familiaridade técnica, menor dependência de processos industrializados e adaptação às condições socioeconómicas locais. Todavia, a análise comparativa revelou que a construção modular apresenta vantagens significativas em diversas dimensões, nomeadamente na redução dos prazos de execução, no controlo de qualidade, na minimização de desperdícios, na eficiência de recursos e na contribuição para a sustentabilidade ambiental. Esses resultados sustentam a hipótese alternativa desta investigação, contrariando a ideia de que a construção modular seria uma abordagem inviável ou ineficaz no cenário moçambicano.

Adicionalmente, observou-se que a percepção favorável em relação ao método modular é mais expressiva entre profissionais com perfil técnico mais actualizado ou com contacto prévio com inovações construtivas. No entanto, a implementação deste modelo encontra ainda entraves significativos, como a escassez de infraestruturas de fabrico de componentes modulares, ausência de programas de formação técnica especializados, limitações logísticas, barreiras culturais, e falta de incentivos institucionais. Apesar disso, foram destacadas vantagens notáveis, tais como o elevado nível de precisão construtiva, a segurança operacional, a adaptabilidade a contextos diversos e a adequação a regiões com escassez de mão de obra tradicional.

No que tange à qualificação dos recursos humanos, a maioria dos inquiridos reconheceu que o método convencional actualmente dispõe de maior disponibilidade de mão de obra capacitada no país. Ainda assim, a construção modular demonstra potencial para elevar o nível de especialização técnica do sector, desde que sejam criadas condições estruturais e políticas públicas adequadas para a sua difusão. A análise das preferências revelou uma tendência predominante pelo método convencional, mas com um número expressivo de participantes a reconhecerem as potencialidades do modelo modular, sugerindo uma coexistência estratégica entre os dois sistemas, em função da tipologia de projecto, localização geográfica e exigências operacionais.

Limitações do estudo

Esta investigação apresenta algumas limitações que devem ser reconhecidas. A amostra seleccionada, embora relevante para uma abordagem exploratória, não representa estatisticamente a totalidade do sector da construção civil moçambicana. A ausência de visitas técnicas a projectos em execução limitou a observação directa da performance dos métodos em ambientes reais de produção. Adicionalmente, a escassez de literatura nacional sobre construção modular exigiu uma maior dependência de fontes internacionais, o que pode restringir a contextualização local de alguns dados. Por fim, a análise baseou-se principalmente em percepções declaradas pelos inquiridos, as quais, embora valiosas, não substituem medições técnicas e comparações empíricas em escala de obra.

Sugestões e recomendações do trabalho futuro

Com base nas contribuições adicionais dos participantes do inquérito, torna-se evidente a necessidade de um aprofundamento multidimensional sobre a aplicabilidade da construção modular no contexto moçambicano. Os comentários revelam preocupações recorrentes em torno da escassez de mão de obra qualificada, limitações infraestruturais, ausência de normativas específicas, custos logísticos elevados e fraca disseminação de conhecimento técnico sobre o método modular. A partir dessas constatações, delineiam-se as seguintes linhas prioritárias para investigações futuras:

- Estudos de viabilidade técnico-económica da construção modular em Moçambique, particularmente em projectos habitacionais de interesse social,

escolares e infraestruturas públicas. Estes estudos devem analisar o custo global de implementação, retorno sobre o investimento, tempo de execução e possíveis ganhos indirectos associados à eficiência do processo, conforme sugerido pelos participantes que apontaram a construção modular como alternativa viável para mitigar o défice habitacional urbano.

- Investigação sobre modelos construtivos híbridos, que integrem elementos da construção modular com técnicas e materiais vernaculares. Esta abordagem poderá representar uma solução pragmática no curto e médio prazo, permitindo a compatibilização da inovação com os recursos locais, conforme defendido por inquiridos que consideram a adoção de um sistema misto como mais realista para o país.
- Estudos sobre políticas de capacitação e formação técnico-profissional, com foco na criação de centros especializados em construção modular. A carência de profissionais devidamente qualificados foi identificada como um dos principais entraves à sua adoção, o que reforça a urgência de se investir em programas de educação técnica formal e contínua.
- Pesquisas orientadas à análise da resiliência estrutural das edificações modulares, especialmente em contextos expostos a riscos climáticos e geográficos. A aplicação criteriosa do método modular pode aumentar a resistência dos edifícios, desde que respeitados parâmetros técnicos como orientação solar, ventilação natural e conformidade com normas como o REGEU, conforme enfatizado por alguns participantes.
- Análises logísticas e infraestruturais da cadeia de produção e distribuição dos componentes modulares, com atenção especial às zonas rurais e periferias urbanas. Vários inquiridos alertaram para a inviabilidade do método em áreas afastadas dos centros urbanos, dada a inexistência de unidades de produção locais e os altos custos de transporte especializado.
- Estudos sobre percepção sociocultural e aceitação da construção modular por parte dos diferentes segmentos da população, visando identificar resistências culturais, preferências estéticas e constrangimentos sociais à sua difusão. A escassa divulgação do método e a fraca compreensão pública sobre as suas vantagens técnicas revelam a necessidade de estratégias comunicacionais e educativas eficazes.

- Revisões críticas do quadro normativo nacional da construção civil, com proposições de actualização e inclusão de directrizes específicas para métodos industrializados. A ausência de regulamentações claras para a construção modular limita sua aplicação em larga escala, sendo crucial que estudos contribuam para o desenvolvimento de políticas públicas orientadas para a inovação tecnológica no sector.

Além disso, recomenda-se a realização de estudos de caso comparativos entre empreendimentos executados com métodos convencional e modular, analisando indicadores de desempenho como durabilidade, conforto ambiental, custo-benefício, impacto ambiental e grau de satisfação dos usuários. Tais estudos poderão oferecer evidências empíricas robustas para sustentar decisões estratégicas no sector da construção, tanto por parte de instituições públicas quanto privadas.

Neste sentido, as futuras pesquisas devem orientar-se por uma abordagem integrada, que articule os eixos técnico, económico, social, ambiental e regulatório, a fim de sustentar um modelo de desenvolvimento mais eficiente, inclusivo e resiliente para a indústria da construção em Moçambique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abacus Moçambique. (2025) *Construção modular e inovação no sector da engenharia*. Disponível em: www.abacus.co.mz (Acessado em: 30 março 2025).

Allen, E. e Iano, J. (2019) *Fundamentos da construção de edifícios: materiais e métodos*. 7.^a ed. Hoboken: John Wiley & Sons.

Anjo, J. (2009) ‘O estado da construção civil em Moçambique: desafios e perspectivas’, *Revista Moçambicana de Engenharia Civil*, 12(2), pp. 56–78.

Antti, P., Lahdensivu, J., Junnonen, J.-M. e Hietaniemi, L. (2017) ‘Categorizing modularization strategies to achieve various objectives of building investments’, *Construction Management and Economics*, 36(1), pp. 1–13.

Banco de Moçambique. (2017) *Boletim Económico*. Maputo: Banco de Moçambique.

Barboni, L. (2023) ‘Análise comparativa entre sistemas construtivos Light Steel Frame e alvenaria convencional para a habitação de interesse social do município de Boa Esperança/MG’, *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, 1(1), p. 6.

Cardoso, F.F. e Oliveira, L.H. (2019) ‘Análise comparativa entre os métodos de construção tradicional e modular’, *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 3(8), pp. 45–65.

Chilundo, E. (2006) *Tecnologia de construção civil e materiais*. 1.^a ed. Maputo: Escolar Editora.

Costa, J.A. (2013) *Construção prefabricada – Análise da utilização da prefabricação nas várias etapas do processo construtivo*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Cruz, A., Fernandes, F., Mafambissa, F. e Perreira, F. (2019) *Sector da construção em Moçambique: uma visão geral*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane.

Figueiredo, C.A.V. (2016) *Internacionalização em parceria: construção de casas pré-fabricadas em Moçambique*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Gestão, Lisboa.

França, E.T.Y. (2022) *Materiais empregados na construção modular: cenário atual e potencialidades*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Gibb, A.G.F. e Isack, F. (2003) 'Re-engineering through pre-assembly: client expectations and drivers', *Building Research & Information*, 31(2), pp. 146–160.

Gibb, A.G.F. e Pendlebury, M. (2018) *Offsite fabrication: Prefabrication, pre-assembly and modularization*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Grubler, T.H. (2021) *Estudo comparativo entre os métodos construtivos Light Steel Frame, alvenaria convencional e alvenaria estrutural*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.

INE – Instituto Nacional de Estatística. (2019) *Boletim Estatístico de Construção e Montagem*. Disponível em: <https://mozdata.ine.gov.mz/index.php/catalog/42/download/191> (Acessado em: 28 março 2025).

INE – Instituto Nacional de Estatística. (2021) *Anuário Estatístico*. Disponível em: <https://ine.gov.mz/documents/20119/195510/Anuario%20Estatistico%20%202021.pdf> (Acessado em: 1 abril 2025).

Jaillon, L. e Poon, C.S. (2010) 'Design issues of using prefabrication in Hong Kong building construction', *Construction Management and Economics*, 28(10), pp. 1025–1042.

João, R. (2022) *Manual de metodologia de investigação*. 3.^a ed. Lisboa: Escolar Editora.

Karmod. (2025) *Tecnologia modular para edificações eficientes em Moçambique*. Disponível em: www.cardmod.co.mz (Acessado em: 28 março 2025).

Kissel, F. & Ferry, D.J. (2001). *The Construction Contract and Its Administration*. 7ª ed. New York: Wiley.

Lakatos, E.M. & Marconi, M.A. (2009). *Metodologia do trabalho científico*. 7ª. Edição. São Paulo. Editora Atlas.

Langa, M.J.H. (2016). *Análise da possibilidade do uso do sistema construtivo em Light Steel Frame como alternativa ao sistema construtivo convencional em edifícios habitacionais: caso de estudo, Vila Olímpica*. Monografia, Instituto Superior de Transporte e Comunicações (ISUTC), Maputo.

Lawson, M., Ogden, R. e Bergin, R. (2012) ‘*Application of modular construction in high-rise buildings*’, *Journal of Architectural Engineering*, 18(2), pp. 148–154.

Leite, R.E.M. (2015). *Métodos construtivos de edifícios: comparação entre pré-fabricado e construção tradicional em betão armado*. M.Sc. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Mozmódulo. (2025) *Soluções modulares inovadoras para construção sustentável em Moçambique*. Disponível em: www.mozmodulo.co.mz (Acessado em: 25 março 2025).

Moznegócio. (2025) *Lista de empresas em Moçambique*. Disponível em: <https://moznegocio.com/empresa> (Acessado em: 25 março 2025).

Movex Moçambique Ltd. (2025) *Estruturas modulares para projectos de grande escala em Moçambique*. Disponível em: www.movex.co.mz (Acessado em: 1 abril 2025).

Obra 7. (2023) *Construção modular: definição, tipos e aplicações*. Disponível em: <https://obra7.com.br> (Acessado em: 31 março 2025, às 08h58).

Oliveira, P. (2022). *Construção modular: uma visão sobre conceitos, sistemas construtivos e barreiras à industrialização da construção*. 2ª edição. São Paulo: Editora Atlas.

Ravache, R.L. & Jorge, L.P (2021). *Construção modular pré-fabricada: o futuro da arquitetura no Brasil*. Revista Electrónica do Univag (24).

Rodrigues, H.F. e Ferreira Júnior, E.L. (2021) *Construção offsite: um estudo sobre o método modular de construção*. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará.

Smith, R. (2020) *Prefab architecture: A guide to modular design and construction*. Hoboken: John Wiley & Sons.

Smith, R. e Quale, J. (2017) *Off-site architecture: Constructing the future*. New York: Routledge.

Smith, R. e Slack, P. (2017) *Off-site architecture: Constructing the future*. New York: Routledge.

Sousa, H. e Silva, J. (2018) 'Edificações modulares e pré-fabricação: contributos para a eficiência construtiva', *Construção e Arquitectura Sustentável*, 6(1), pp. 23–38.

Souza, J.C. (2015) *Fundamentos da construção civil*. São Paulo: Elsevier.

APÊNDICE

Estrutura do inquérito aplicado aos profissionais da construção, empresas, e público externo:

Priscília Chirindza
Survey para recolha de dados

Comparação entre construção modular e convencional em Moçambique

Amostra: Empresas (30%) + Profissionais da área (40%) + Público externo (30%)

Este inquérito faz parte de uma pesquisa de fim de curso realizada por Priscília Glória Chirindza, estudante de Engenharia Civil na Universidade Politécnica de Maputo, cujo título é **Estudo comparativo entre o método modular e convencional na indústria da construção em Moçambique.**

Objectivo: Este inquérito visa recolher opiniões e experiências relacionadas com os métodos de construção modular e convencional em Moçambique, com o intuito de identificar vantagens, desafios e preferências.

Saudações, assinale com "X" a opção que melhor representa sua opinião ou experiência. Sinta-se à vontade para justificar sua resposta no campo abaixo (opcional).

I. Dados Demográficos

1. Qual é a sua idade?

R: _____

2. Qual é o seu sexo?

Masculino

Feminino

Prefiro não dizer

3. Qual é a sua actual residência? (Província)

R: _____

4. Qual é o seu sector de actuação principal?

Empresa de construção

Engenheiro

Arquitecto

Outro

4.1. Indicar profissão: _____

5. Há quanto tempo actua no sector?

Entre 2 e 5 anos

Entre 6 e 10 anos

Mais de 10 anos

II. Conhecimento sobre os Métodos Construtivos

6. Já ouviu falar sobre a construção modular (Pré-fabricada)?

Sim

Não

7. Já participou de projectos envolvendo a construção modular (Pré-fabricada)?

Sim

Não

8. Como avalia o seu conhecimento em relação a construção convencional (Tradicional)?

Nenhum

Básico

Intermédio

Avançado

III. Comparação entre os Métodos Construtivos

9. Em sua opinião, qual método de construção é mais rápido?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

10. Qual método construtivo considera mais económico em Moçambique?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

11. Qual método oferece maior qualidade na execução dos projectos?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

12. Qual dos métodos é mais eficiente para projectos repetitivos e padronizados (escolas, hospitais e condomínios habitacionais).

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

IV. Viabilidade

13. Qual dos métodos é mais indicado para obras com exigências técnicas personalizadas (arquitetura especializada e complexa).

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

14. Em qual dos métodos a mão-de-obra actual está mais preparada?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

15. Qual dos métodos considera mais viável em Moçambique?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

Justifique:

V. Sustentabilidade e Aplicabilidade

16. Qual dos métodos considera mais sustentável (em termos de resíduos, uso de energia e impacto ambiental)?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

17. Qual dos métodos contribui para a redução de custos indirectos (tempo, recursos e retrabalho)?

Modular

Convencional

Ambos

Neutro

VI. Barreiras e Oportunidades

18. Quais são, na sua opinião, os principais obstáculos à adoção da construção modular em Moçambique?

Custo inicial elevado

Falta de conhecimento técnico

Resistência cultural

Falta de mão-de-obra qualificada e matérias específicas

Legislação/Normas inadequadas

Indicar outros:

19. Quais vantagens vê quanto ao método modular de construção? (Escolher até 3)

- Rapidez de execução
- Redução de custos
- Sustentabilidade
- Redução de resíduos
- Flexibilidade do projecto

Indicar outros:

VII. Opinião Geral

20. Se tivesse a oportunidade de escolher um método para construção da sua casa, qual seria?

- Modular
- Convencional
- Neutro

Justifique:

Possui alguma opinião adicional ou comentário em relação aos métodos construtivos em Moçambique?

"A ciência é a chave para o futuro, e o futuro pertence àqueles que se preparam para ele hoje."

Malcolm X

GLOSSÁRIO

Cassettes – Elementos construtivos pré-fabricados, geralmente planos, utilizados em sistemas modulares para pisos, paredes ou coberturas, com montagem rápida e precisa.

Deficits – Termo em inglês que significa carências ou insuficiências. No contexto da construção, refere-se à escassez de habitação, infraestruturas ou recursos.

Designs – Projectos técnicos ou conceptuais, geralmente no campo da arquitectura e engenharia, que orientam a construção de edifícios ou componentes.

Drywall – Sistema de construção a seco constituído por placas de gesso fixadas sobre estruturas metálicas, utilizado principalmente em divisórias internas.

Full-scale – Termo que significa “em escala real”, usado para descrever protótipos, ensaios ou modelos construídos com as dimensões finais da obra.

In loco – Expressão em latim que significa “no local”. Refere-se a intervenções, análises ou observações realizadas directamente no sítio da obra.

In situ – Termo em latim que significa “no lugar original”. Na construção, indica elementos executados no próprio local da obra, como fundações moldadas no terreno.

Insights – Termo em inglês que significa percepções relevantes ou compreensões profundas obtidas a partir da análise de dados ou experiências.

Lean construction – Conceito de “construção enxuta”, que visa reduzir desperdícios e maximizar a eficiência dos processos construtivos, inspirado nos princípios do *lean manufacturing*.

Off-site – Construção realizada fora do local da obra, geralmente em ambiente de fábrica, como ocorre com os sistemas modulares ou componentes pré-fabricados.

On-site – Construção executada directamente no local da obra (estaleiro), característica do método convencional.

Pods / Podium – Pods são unidades tridimensionais pré-fabricadas, como casas de banho ou cozinhas completas. Podium refere-se à estrutura-base que suporta estes módulos.

Procurement – Processo de aquisição e gestão de materiais, serviços ou empreitadas para execução de um projecto, incluindo contratação, negociação e controlo de fornecedores.

Spandrel – Painel não transparente inserido entre pisos em fachadas de edifícios altos, muitas vezes usado em sistemas de parede-cortina.

Steel frame – Sistema construtivo baseado em estruturas metálicas leves, especialmente aço galvanizado, utilizado em edifícios modulares ou de construção rápida.

Survey – Inquérito ou questionário utilizado como instrumento de recolha de dados junto a uma amostra da população-alvo.