



INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

## **Caso de estudo do impacto do uso do bambu na construção de habitações verdes nas comunidades afetadas pelo ciclone Idai em Moçambique**

Paulino José Estache Botão

Mestrado em Estudos do Ambiente e da Sustentabilidade

Orientador:

Doutor Vasco Moreira Rato, Professor Associado do Departamento de Arquitetura e Urbanismo,  
Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE - IUL)

Novembro, 2020



CIÊNCIAS SOCIAIS  
E HUMANAS

---

## **Caso de estudo do impacto do uso do bambu na construção de habitações verdes nas comunidades afetadas pelo ciclone Idai em Moçambique**

Paulino José Estache Botão

Mestrado em Estudos do Ambiente e da Sustentabilidade

Orientador:

Doutor Vasco Moreira Rato, Professor Associado do Departamento de Arquitetura e Urbanismo,  
Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE - IUL)

Novembro, 2020

## Resumo

As alterações climáticas, como resultado da emissão de gases com efeito de estufa, são um tema da atualidade e de grande interesse público. Os seus efeitos têm sido cada vez mais evidentes em todo o mundo, mas com especial destaque nos países de baixo rendimento. De facto, Moçambique foi recentemente afetado por dois ciclones tropicais consecutivos de categoria 3, aos quais se deu o nome de Idai e Kenneth respetivamente. Destruíram casas, campos de cultivo, entre outros bens, deixando milhares de pessoas desalojadas. Foi neste contexto que se viu a oportunidade de promover o cultivo e a gestão do bambu como uma solução estratégica na mitigação dos desastres naturais, associados a alterações climáticas, e do défice habitacional nesta região. As propriedades físicas do bambu têm a capacidade de recuperar solos degradados, de controlar a erosão e de sequestrar o dióxido de carbono. Por outro lado, as suas propriedades mecânicas, o seu rápido desenvolvimento e a sua regeneração tornam-no num excelente material de construção sustentável. Propõe-se na seguinte pesquisa apresentar uma revisão bibliográfica das características do bambu e os seus benefícios ambientais e sociais. Graças à realização de uma entrevista, dirigida à comunidade mais vulnerável afetada pelo ciclone Idai, foi possível avaliar a qualidade das suas habitações, identificar as suas necessidades e desenvolver um protótipo de habitação resiliente aos desastres naturais associados a alterações climáticas. Demonstrar-se-á, então, através deste estudo, como o bambu pode ser nesta região uma solução sustentável de habitação.

Palavras-chave: Bambu, Habitações resilientes, Ecologia, Sustentabilidade, Ciclone Idai, Comunidades vulneráveis.



## **Abstract**

Climate changes, as a result of the emission of greenhouse gases, is a topic of great public interest nowadays, as its effects have been more and more evident. Regardless of whom has caused them, their effects are felt across the globe, especially in low-income countries. In fact, Mozambique has recently been affected by two consecutive category 3 tropical cyclones, named Idai and Kenneth. They destroyed houses, crops fields, among other goods, leaving thousands of people displaced. It was in this context that the opportunity was seen to promote the cultivation and management of bamboo as a strategic solution to mitigate climate changes and housing deficit. Due to its physical properties, bamboo can recover degraded soils, control erosion, and sequester carbon dioxide. On the other hand, its mechanical properties, its rapid development, and regeneration make it an excellent material for sustainable construction. The following research proposes to present a bibliographical review of bamboo's characteristics and its environmental and social benefits. Thanks to a survey, conducted among the most vulnerable community affected by Cyclone Idai, it has been possible to evaluate the quality of their homes, identify their needs and develop a prototype of housing resilient to climate changes. It will be demonstrated, then, through this study how bamboo can be used in this region as a sustainable housing solution.

Keywords: Bamboo, Resilient housing, Ecology, Sustainability, Cyclone Idai, Vulnerable communities.



# Índice

|   |      |
|---|------|
| Glossário de siglas.....  | xi   |
| Glossário de símbolos .....   | xiii |
| <br>  |      |
| CAPÍTULO 1.....   | 1    |
| Introdução .....  | 1    |
| 1.1 Objetivos.....  | 3    |
| 1.1.1 Objetivo geral.....   | 3    |
| 1.1.2 Objetivos específicos .....   | 3    |
| 1.1.3 Objetivos indiretos .....   | 3    |
| 1.2 Metodologia.....  | 3    |
| <br>  |      |
| CAPÍTULO 2.....   | 5    |
| A questão da habitação.....   | 5    |
| 2.1 O défice habitacional.....  | 5    |
| 2.1.1 Fatores que influenciam o défice habitacional .....                                       | 6    |
| 2.2 Défice habitacional em Moçambique .....   | 7    |
| 2.2.1 Histórico de habitação.....   | 8    |
| 2.2.2 Leis de habitação vigentes.....   | 9    |
| 2.2.3 Atual situação habitacional.....  | 10   |
| 2.2.4 Desastres naturais associados a alterações climáticas como fator do défice habitacional.. | 10   |
| 2.2.4.1 Políticas estratégicas vigentes para desastres naturais.....                            | 11   |
| <br>  |      |
| CAPÍTULO 3.....   | 13   |
| O bambu na mitigação dos desastres naturais associados a alterações climáticas .....            | 13   |
| 3.1 O conceito.....   | 13   |
| 3.1.1 Origem .....  | 13   |
| 3.1.2 Cultivo e gestão.....   | 14   |
| 3.1.2.1 Passos para o cultivo .....   | 15   |
| 3.1.3 Características gerais.....   | 16   |
| 3.1.4 Impacto socioeconómico, cultural e ambiental.....   | 17   |
| 3.2. O bambu como sequestrador de carbono.....  | 18   |

|  |        |
|--|--------|
| CAPÍTULO 4.....  | 19     |
| O bambu na construção.....   | 19     |
| 4.1 O bambu como material alternativo na construção .....  | 22     |
| 4.2 Espécies de bambu adequadas à construção .....   | 22     |
| 4.3 Propriedades físicas e mecânicas.....  | 23     |
| 4.4 Seleção e maturidade dos colmos .....  | 24     |
| 4.5 Decadência .....   | 25     |
| 4.6 Tratamento .....   | 26     |
| 4.6.1 Métodos naturais .....   | 26     |
| 4.6.2 Métodos por conservantes.....  | 27     |
| 4.7 Armazenamento.....   | 29     |
| 4.8 Ferramentas.....   | 30     |
| 4.9 Conexões .....   | 31     |
| 4.9.1 Conexão convencional.....  | 31     |
| 4.9.2 Conexões tradicionais.....   | 32     |
| 4.10 Cortes .....  | 33     |
| 4.11 Desafios do uso do bambu na construção.....   | 34     |
| <br>CAPÍTULO 5.....  | <br>36 |
| Parâmetros para a construção de uma habitação sustentável e resiliente .....                                   | 36     |
| 5.1 Arquitetura sustentável.....   | 36     |
| 5.2 Características da arquitectura tradicional em Moçambique .....  | 37     |
| 5.2.1 Tempo e custo de construção.....   | 38     |
| 5.3 Resiliência de infraestruturas a ventos fortes .....   | 39     |
| 5.3.1 Forma geométrica .....   | 40     |
| 5.3.2 Fundações.....   | 41     |
| 5.3.3 Paredes e vãos .....   | 42     |
| 5.3.4 Coberturas .....   | 43     |
| 5.3.5 Conexões .....   | 43     |
| 5.4 Os sete princípios básicos na construção de um abrigo em bambu resiliente a ciclones .....                 | 44     |
| <br>CAPÍTULO 6.....  | <br>45 |
| Proposta de habitação resiliente aos desastres naturais associados a alterações climáticas em Moçambique ..... | 45     |

|   |    |
|---|----|
| 6.1 Caso de estudo: o distrito de Búzi.....   | 45 |
| 6.1.1 Característica do distrito .....  | 45 |
| 6.1.1.1 Localização .....   | 45 |
| 6.1.1.2 População e Habitação .....   | 45 |
| 6.1.2 Impacto do ciclone Idai em Búzi .....   | 46 |
| 6.1.3 As entrevistas.....   | 47 |
| 6.1.3.1 Análise quantitativa.....   | 47 |
| 6.1.3.2 Análise qualitativa .....   | 48 |
| 6.2 Preferência pelo bambu como principal material de construção.....                                       | 49 |
| 6.3 Protótipo de habitação sustentável e resiliente .....   | 51 |
| 6.3.1 A estrutura.....  | 52 |
| 6.3.1.1 Fator topográfico.....  | 52 |
| 6.3.1.2 Durabilidade dos materiais de construção .....  | 53 |
| 6.3.1.3 Estética da construção.....   | 54 |
| 6.3.1.4 Forma.....  | 54 |
| 6.3.1.5 Distribuição dos espaços.....   | 56 |
| 6.3.1.6 Elementos construtivos e elementos conetores.....   | 57 |
| 6.3.1.7 Acabamentos .....   | 61 |
| 6.3.2 Vantagens do protótipo.....   | 62 |
| 6.3.2.1 Facilidade de réplicação.....   | 62 |
| 6.3.2.2 Mínimo impacto ambiental.....   | 62 |
| 6.3.3 Limitações.....   | 62 |
| 6.4 Atividades realizadas.....  | 63 |
| <br>  |    |
| CAPÍTULO 7.....   | 65 |
| Conclusões.....   | 65 |
| <br>  |    |
| Referências bibliográficas .....  | 68 |
| <br>  |    |
| ANEXO A: Planta do protótipo de habitação.....  | 72 |
| ANEXO B: Questionário sobre as condições das moradias das vítimas do ciclone Idai no distrito de Búzi ..... | 73 |
| ANEXO C: Representação gráfica dos resultados dos inquéritos .....  | 76 |
| ANEXO D: Curriculum Vitae.....  | 80 |



## Índice de quadros

|  |    |
|--|----|
| Quadro 2.1: Efeitos dos desastres naturais associados a alterações climáticas nas duas últimas décadas em Moçambique .....   | 11 |
| Quadro 4.1: Comparação do impacto ambiental do aço versus bambu .....  | 20 |
| Quadro 4.2: Diferença de idade do corte entre o bambu e diferentes árvores de valor comercial para polpação e madeira .....  | 21 |
| Quadro 4.3: Avaliação das propriedades mecânicas do bambu Mossô tendo em conta as secções e a idade do colmo do bambu .....  | 24 |
| Quadro 4.4: Tempo aproximado da vida útil do bambu tratado e não-tratado, tendo em conta regiões de clima quente e húmido (suscetíveis ao ataque de térmites, besouros e fungos) ..... | 29 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Fig. 3.1 Distribuição global do bambu consoante a espécie .....      | 14 |
| Fig. 3.2: Rizoma em forma de matagal .....                           | 15 |
| Fig. 3.3: Rizoma em forma linear .....                               | 15 |
| Fig. 4.1: Larva de besouro dentro do bambu .....                     | 26 |
| Fig.4.2: Buracos escapatórios de larvas .....                        | 26 |
| Fig. 4.3: Ataque por fungos .....                                    | 26 |
| Fig. 4.4: Térmites subterrâneas .....                                | 26 |
| Fig. 4.5: Imersão em água .....                                      | 27 |
| Fig. 4.6: Imersão em boro .....                                      | 29 |
| Fig. 4.7: Ferramentas para o manuseamento do bambu.....              | 31 |
| Fig. 4.8: Exemplo de técnicas de conexões convencionais .....        | 32 |
| Fig. 4.9: Metal oxidado.....   | 32 |
| Fig. 4.10: Técnicas de conexão tradicional.....                      | 33 |
| Fig. 4.11: Conexão com pinos de madeira .....                        | 33 |
| Fig. 4.12: Corte fishmouth e flute tip .....                         | 34 |
| Fig. 4.13: Conexão não-simétrica entre os colmos.....                | 34 |
| Fig. 5.1: Palhota circular com cobertura cónica .....                | 38 |
| Fig. 5.2: Palhota retangular com cobertura de 4 águas .....          | 38 |
| Fig. 5.3: As partes mais vulneráveis a ventos de uma estrutura ..... | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Fig. 5.4: Valores de coeficiente de resistência aerodinâmica de acordo com diferentes formas geométricas..... | 41 |
| Fig. 5.5: Formas de construção que melhor respondem ao fluxo do ar .....                                      | 41 |
| Fig. 5.6: Fundação em poste de madeira .....  | 42 |
| Fig. 5.7: Pressão do vento sobre as paredes .....   | 43 |
| Fig. 5.8: Grelhas que permitem a boa circulação do ar .....   | 43 |
| Fig. 5.9: Pressão do vento sobre estrutura fechada .....  | 43 |
| Fig. 5.10: Pressão do vento sobre uma estrutura com apenas um vão .....                                       | 43 |
| Fig. 5.11: Conexão rígida com braçadeiras metálicas, paus e corda .....                                       | 44 |
| Fig. 6.1: Galeria do inquérito habitacional ao bairro Massane .....   | 49 |
| Fig. 6.2: Características do bambu das margens do rio Búzi.....   | 53 |
| Fig. 6.3: Estruturas em bambu não-tratado em contacto direto com o solo e embutido no cimento .               | 54 |
| Fig. 6.4: Evolução do protótipo .....   | 56 |
| Fig. 6.5: Planta do protótipo de habitação elaborada por arquiteto Helder Botão .....                         | 57 |
| Fig. 6.6: Fundações em pilares de betão.....  | 58 |
| Fig. 6.7: Pavimento .....   | 58 |
| Fig. 6.8: Pilares formados por dois colmos de bambu .....   | 58 |
| Fig. 6.9: Paredes em colmos de bambu inteiros na posição horizontal; paredes de tecido de bambu               | 59 |
| Fig. 6.10: Vigas formadas por conjunto de dois colmos de bambu .....  | 60 |
| Fig.6.11: Exemplo de cobertura em bambu cortado sobreposto, de forma piramidal .....                          | 60 |
| Fig. 6.12: Janelas e portas em bambu.....   | 61 |
| Fig.6.13: A plantação de bambu da espécie Bambusa balcoa, Ponta do Ouro, Moçambique (2016)...                 | 64 |
| Fig. 6.14: Cultivo de hortícolas enquanto se espera que o bambu cresça (2020).....                            | 64 |

## **Glossário de siglas**

ACNUR – Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados  
ARM – Avaliação Rápida de Moçambique  
FFH - Fundo de Fomento de Habitação  
GEE – Gases com Efeito de Estufa  
GHSL – Global Human Settlement Layer  
IDH – Índice do Desenvolvimento Humano  
INE - Instituto Nacional de Estatística  
IUL – Instituto Universitário de Lisboa  
ISO – International Standardization Organization  
MISAU-M – Ministério de Saúde de Moçambique  
MOE – Módulo de Elasticidade  
MOPH – Ministério das Obras Públicas e Habitação  
MOPHRH - Ministério das Obras Públicas e Habitação e Recursos Hídricos  
MOR – Módulo de Rutura  
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PAR – Países de Alto Rendimento  
PBR – Países de Baixo Rendimento  
PEH - Política e Estratégia de Habitação  
PIB – Produto Interno Bruto  
UNSSC – United Nations System Staff College



## Glossário de símbolos<sup>1</sup>

- Alvenaria – conjunto de pedras, tijolo ou outros materiais, que, ligados por argamassa, cimento ou outro, formam uma construção resistente (muro, paredes, etc.).
- Barlavento – lado de onde o vento sopra.
- Caniço - planta vivaz, da família das gramíneas, espontânea em Portugal, sobretudo em zonas húmidas, tem rizoma lenhoso, colmo ereto que pode atingir quatro metros de altura e flores agrupadas em panículas densas; termo moçambicano para designar um bairro de construções rudimentares, sobretudo em zonas suburbanas.
- Clinquerização/clínquer - material resultante da calcinação de calcário e argila, usado como matéria-prima do cimento.
- Colmo – caule de nós salientes e folhas invaginantes, como nas plantas gramíneas, juncáceas, etc; palha que cobre algumas cabanas.
- Entrenó – espaço compreendido entre dois nós consecutivos de um caule; entrejunta.
- Fitorremediação – utilização de plantas e dos micróbios a elas associados como técnica de recuperação de zonas poluídas ou contaminadas.
- Gregária – tendência de indivíduos da mesma espécie para se reunirem, viverem juntos e em grupos.
- Líquen – associação simbiótica de fungos com algas clorofíceas ou esquizófitas, que forma um grupo apêndice dos fungos, também designados talófitas.
- Nó – lugar dos caules ou dos ramos onde se inserem as folhas.
- Paredes celulares – polímero natural polissacarídeo, principal componente das paredes celulares vegetais, que é usado como matéria-prima no fabrico de papel e em diversas outras indústrias.
- Pau-a-pique – estrutura de uma habitação, formada por um esqueleto de paus ou canas, verticais e horizontais, revestida de barro e de outros materiais pouco resistentes.
- Salificação – ato ou efeito de salificar-se; formação de um sal.
- Sotavento – direção para onde sopra o vento.

---

<sup>1</sup> Fonte: Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2020. [consultado pela última vez a 2 de Outubro de 2020]. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionários/lingua-portuguesa>.



## Introdução

As alterações climáticas estão a tornar-se, cada vez mais, num tema de atualidade e de grande interesse público, dado que os seus efeitos afetam negativamente o meio ambiente e a sociedade. Sabe-se que a principal causa destas alterações está diretamente associada às emissões de gases com efeito de estufa (GEE) para a atmosfera, resultando por sua vez em desastres naturais como ciclones, chuvas intensas, secas, abalos sísmicos, etc. A ocorrência destes eventos tem afetado principalmente os países de baixo rendimento (PBR), apesar de serem os países que menos contribuem para a emissão destes gases. Os desastres naturais associados a alterações climáticas têm um grande impacto nas infraestruturas, principalmente nas habitações, nas terras de cultivo, assim como noutros meios de sobrevivência das populações afetadas. A título de exemplo, veja-se o caso de Moçambique, que foi recentemente afetado por um ciclone tropical de categoria 3. Chamado de Idai, o ciclone destruiu principalmente o distrito de Búzi, província de Sofala, agravando a já precária situação habitacional da região. O ciclone Idai teve um grande impacto sobre as habitações devido à fragilidade que as mesmas apresentavam. A sua maioria é, efetivamente, construída em material precário por falta de condições financeiras. De facto, segundo o Instituto Nacional de Estatística de Moçambique (*Estatísticas do distrito de Búzi, 2012*), Búzi já foi considerada, a nível nacional, como uma das regiões mais pobres do país. Posto isto, aos efeitos de alterações climáticas associam-se a pobreza, a má governação, a ausência de políticas estratégicas de habitação claras, a explosão demográfica e as tensões políticas e militares, todos eles contribuindo assim para o défice habitacional em Moçambique.

Não obstante todas as variáveis acima indicadas, a pesquisa irá analisar em particular os efeitos das alterações climáticas no défice habitacional de Moçambique nos últimos anos. Esta constatação levou a escolher o seguinte tema de investigação: “O bambu como alternativa ecológica e sustentável na construção de casas resilientes nas regiões afetadas pelo ciclone Idai”. É importante ressaltar que o motivo da escolha deste tema deve-se, em primeiro lugar, à constante preocupação com o elevado índice de emissão dos GEE e, em segundo lugar, aos seus efeitos, principalmente ciclones e cheias sobre as habitações destas regiões.

A análise que se segue começará por resumir a atual situação da habitação a nível global, as categorias de sem-abrigos, os principais fatores do défice habitacional e as políticas estratégicas internacionais de habitação, como é o caso da *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*, das Nações Unidas. Ainda neste capítulo dedicar-se-á ao histórico da habitação em Moçambique desde o período pré-colonial até os dias de hoje. Ver-se-á, por exemplo, que o colonialismo teve influência

no déficit habitacional do país. Por outro lado, achou-se pertinente explorar as reformas habitacionais pós-período colonial, assim como as leis de habitação vigentes, para melhor entender a atual situação habitacional do país. Por último, vai-se abordar a questão dos efeitos de alterações climáticas, associada à pobreza, como um dos principais fatores do déficit habitacional em Moçambique, principalmente nas zonas rurais. Em resposta a esta situação, este estudo proporá o cultivo e gestão do bambu nas comunidades mais vulneráveis afetadas pelo ciclone Idai no distrito de Búzi, para posteriormente usá-lo como material de construção. Assim sendo, no capítulo 3 vai analisar como o bambu pode contribuir para a mitigação dos efeitos de alterações climáticas. Ter-se-á a oportunidade de conhecer mais sobre a origem do bambu, o seu conceito, ocorrência, os cuidados a considerar no seu processo de cultivo e gestão, os seus impactos socioculturais, económicos e ambientais (principalmente no que concerne o sequestro do carbono). No capítulo 4 apresentar-se-ão exemplos práticos da aplicação do bambu na construção. O capítulo 5 dedicar-se-á à análise dos parâmetros mais relevantes para a construção de uma habitação sustentável e resiliente. Vai-se analisar, portanto, os parâmetros da arquitetura sustentável, a arquitetura tradicional moçambicana, a resiliência de infraestruturas a ventos fortes, formas geométricas, os sete princípios básicos para a construção de um abrigo em bambu resiliente a ciclones, entre outros aspetos. Para finalizar, o capítulo 6 debruçar-se-á sobre o presente caso de estudo, isto é, o impacto do ciclone. Neste capítulo far-se-á uma análise da situação habitacional do distrito de Búzi pós-Idai. Apresentar-se-ão também os resultados do inquérito, realizado na comunidade do bairro Massane. Graças às informações coletadas no terreno e à compilação de dados da pesquisa bibliográfica, vai-se sugerir e desenvolver um protótipo de habitação resiliente em bambu. Veremos como se pretende que ele seja adaptado às necessidades da população, assim como resiliente a ventos fortes. Por último, vai-se apresentar as conclusões e recomendações.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa é de promover o bambu como material de construção na edificação de habitações nas comunidades mais vulneráveis afetadas pelo ciclone Idai no distrito de Búzi. Através da avaliação da qualidade das habitações atualmente existentes e dos resultados obtidos através do inquérito pretende-se desenvolver um protótipo de habitação condigna, resiliente às exigências do clima local e sustentável.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Capacitar a comunidade local no cultivo e na gestão do bambu, desde o plantio, cuidados a ter no desenvolvimento, colheita, tratamento, processamento e aplicação até ao seu descarte;
- Capacitar e incentivar as comunidades de Búzi a construírem casas resilientes às exigências climáticas locais em bambu, através da introdução de novas técnicas de construção sem, no entanto, abandonar as técnicas tradicionais;
- Divulgar informação sobre as vantagens sociais e ambientais do bambu nas comunidades afetadas pelo ciclone Idai.

### **1.1.3 Objetivos indiretos**

- Incentivar o sector imobiliário, governo, agentes económicos, financiadores, Organizações Não Governamentais (ONG), entre outras partes interessadas, a cultivar e/ou promover o cultivo e gestão do bambu, para posterior uso em projetos de habitação, social ou moderna, ou para outros fins comerciais.
- Substituir sempre que possível o material de construção moderno, como aço, cimento e madeira, por produtos do bambu.

## **1.2 Metodologia**

A formulação do quadro teórico empírico da presente pesquisa baseou-se num método de recolha de dados quantitativos e qualitativos, analisados em função de diversos critérios. A análise de dados

estatísticos do Censo geral da População e Habitação e os inquéritos da avaliação da qualidade de habitação do bairro Massane enquadram-se nos métodos quantitativos. Analisou-se questões sobre as características gerais da população e habitação do distrito de Búzi através dos dados estatísticos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística de Moçambique (*Censo Geral da População e Habitação, 2017, Censo Geral da População e Habitação – Sofala, 2017, e Estatísticas do distrito de Búzi, 2012*). No que toca as entrevistas, foram elaboradas principalmente com o objetivo de avaliar a qualidade e a necessidade de habitação dos residentes do bairro Massane, mas também procuraram recolher opiniões sobre a experiência de viver em casas feitas em bambu. Os resultados obtidos permitiu, portanto, desenvolver um protótipo de habitação sustentável em bambu. Para a realização do inquérito contratou-se três pesquisadores auxiliares com alguma experiência em matéria de entrevistas em situações de desastres naturais. Discutimos em conjunto os termos e as condições para a realização das entrevistas. Uma avaliação das competências linguísticas dos pesquisadores e uma simulação das entrevistas foram efetuadas através do aplicativo WhatsApp. Não me foi possível participar presencialmente nas entrevistas devido a restrições de deslocamento impostas pela pandemia Covid-19. Em todo o caso, as entrevistas foram bem-sucedidas e os pesquisadores tinham a vantagem de falar Português e o dialeto local (Sena).

Relativamente ao método qualitativo, também foi realizada uma revisão bibliográfica de livros, artigos e revistas científicas eletrónicas. A literatura selecionada debruçava-se sobre o problema habitacional, arquitetura sustentável e as características da arquitetura tradicional em Moçambique. Destacam-se como principais autores deste estudo Wines (2000), Forjaz (1999), Guedes (Coord.) (2011) e Ribeiro-Malema (2015). Com recurso a estas obras conseguiu-se compilar dados de grande relevância para o presente tema, o que permitiu desenvolver conhecimentos de extrema importância para a elaboração do protótipo. As entrevistas a indivíduos da comunidade também foram grandes fontes de dados qualitativos e quantitativos. Nos seguintes capítulos realizaram-se uma revisão da literatura sobre o bambu e suas características gerais, os seus múltiplos usos, principalmente como material de construção, os seus impactos ambientais e os seus benefícios para as comunidades e para o ambiente. Sendo o bambu o centro da presente pesquisa é importante analisar os seus impactos sociais, culturais, económicos e ambientais. A este propósito recorreu-se aos trabalhos dos autores Minke (2016), Lugt (2017), Kaminski (2018a, b e c) e Feuerhake (2007). Conseguiu-se recolher com estes estudos informações sobre técnicas e boas práticas de construção para habitações tradicionais adaptadas ao clima local. Por último, importa realçar a enorme relevância tanto dos métodos quantitativos como dos métodos qualitativos para a concretização desta investigação.

## A questão da habitação

A habitação é um tema vasto e complexo. Porém, interessa aqui abordar questões sobre os impactos dos desastres naturais associados às alterações climáticas como uma das principais causas para o défice habitacional em Moçambique, principalmente nas zonas rurais. Para dar um enquadramento ao presente trabalho, ir-se-á neste capítulo discutir aspetos da situação habitacional atual de um modo geral, os principais fatores que influenciam o défice habitacional e as políticas internacionais traçadas para a mitigação deste grande problema social.

### 2.1 O défice habitacional

A habitação é uma necessidade básica indispensável ao Homem. É considerada inclusive um direito social, independentemente da classe socioeconómica, religião, afinidades políticas ou grupo étnico. Ela é referida na *Declaração Universal dos Direitos Humanos* (artigo 21/1948) da seguinte forma: “habitação condigna é um direito constitucional de todos os cidadãos”. Por outro lado, Forjaz define a habitação como sendo “um sistema básico (provisão de água potável, acesso a recursos energéticos, serviços sociais, instalação sanitária, comunicação, facilidades comerciais, administração pública, serviços de segurança e recreação) de realização física que garante a proteção contra elementos naturais e intrusos à família e bens” (Forjaz, 1999: 78).

Apesar de ser considerada um direito constitucional, é notável a escassez de habitações adequadas um pouco por todo o mundo. A título de exemplo, em 2005, a Organização das Nações Unidas (ONU) referiu num estudo global sobre a situação habitacional que cerca de 100 milhões de pessoas não possuíam qualquer tipo de abrigo, e que 1,6 mil milhões viviam em condições inadequadas (“*Global homeless statistics*”). Por outro lado, estudos mais recentes indicam que atualmente cerca de 880 milhões de pessoas, só nas cidades, vivem em condições inadequadas, prevendo-se que até 2030 o défice habitacional possa chegar aos 2 mil milhões (*Documento de políticas da Habitat III. 10 – Políticas habitacionais*, 2016: 2). De acordo com Speak (2019), a classificação de *sem-abrigo* obedece aos seguintes critérios: (i) *localização* – inclui todos aqueles que vivem ao relento, como calçadas, por baixo de pontes e outros lugares públicos; (ii) *qualidade do abrigo* – todos aqueles que vivem em edifícios abandonados, habitações em fase de degradação muito avançada ou em acampamento de refugiados sem provisão de serviços básicos; e (iii) *insegurança* – aqueles que correm o risco de perder a sua habitação ou propriedade por falta de título ou seguro de propriedade de terra ou imóvel. Contudo, importa sublinhar que os dados

estatísticos produzidos neste tipo de estudos são por natureza complexos e na sua maioria pouco precisos. Ainda segundo o autor supracitado, não é efetivamente tarefa fácil identificar e validar as condições habitacionais de todas as pessoas nas situações acima mencionadas, além de que a classificação de *sem-abrigo* pode variar de região para região.

### 2.1.1 Fatores que influenciam o déficit habitacional

Dependendo da região, são vários os fatores que podem influenciar o déficit habitacional. Em países de alto rendimento (PAR) por exemplo, o desemprego é considerado o principal fator (Speak, 2019), ao passo que para países de baixo rendimento (PBR), o déficit habitacional está diretamente associado ao subdesenvolvimento, tornando os fatores mais complexos e diversificados. Para este último caso destacam-se como principais fatores do déficit habitacional os seguintes elementos:

(i) *socioeconómico* – a escassez de recursos naturais e financeiros devido a explosão demográfica, por exemplo, pode resultar na escassez de habitação adequada tanto nas zonas rurais como nas urbes;

(ii) *sociopolítico* – corrupção, como resultado de políticas estratégicas de habitação não claras, principalmente nos PBR, como sugerido por Forjaz (1999). Os recursos alocados para programas habitacionais são geralmente desviados pela elite política, ou aplicados em projetos não prioritários (não que não sejam importantes), tais como aeroportos sofisticados, complexos comerciais de luxo ou apartamentos para a classe média-alta, ignorando por isso as prioridades reais do país, como pontes e vias de acesso rural, ordenamento territorial, provisão de habitações condignas e outras infraestruturas sociais (Forjaz, 1999: 81-82). Por outro lado, Speak (2019) argumenta que o governo cai no erro de construir habitações a preços errados, nos lugares errados, com o *design* errado, pelas razões erradas, o que leva a que estas habitações ou não sejam habitadas, ou então que o sejam, mas pelas pessoas “erradas”;

(iii) *instabilidade política* – é um facto que as guerras têm destruído centenas de cidades e comunidades rurais, deixando milhares de pessoas sem-abrigo. Em 2014 por exemplo, o Alto Comissariado das Nações Unidas (ACNUR) estimou que existem globalmente 60 milhões de pessoas deslocadas por razões de conflitos ou guerras. Só na Nigéria, as ações terroristas *Boko Haram* resultaram em 650 000 refugiados internos e mais de 70 000 em países vizinhos (Speak, 2019). O mesmo cenário verifica-se no norte de Moçambique. Desde Outubro de 2017 a província de Cabo Delgado tem sido palco de ataques terroristas protagonizados pelo grupo Jihadista do Estado Islâmico, onde, segundo relatórios da ONU, já se registou cerca de 300 mil refugiados (“Moçambique: PMA recebe mais apoio para resposta humanitária em Cabo Delgado”, 2020);

(iv) *fatores climáticos* – os efeitos de alterações climáticas, como ciclones, inundações e terremotos, têm causado cada vez mais a destruição de habitações e perdas de vidas humanas. A título de exemplo, o ciclone Fani, ocorrido em Maio de 2019, afetou mais de 2,5 milhões de pessoas no Bangladesh e no sul da Índia (“Com ventos de até 200 km/h, ciclone Fani deixa mortos na costa leste da Índia”, 2019). Em 2019, só em Moçambique, o primeiro ciclone (Idai) resultou em mais de 600 mortes, afetou mais de 1,85 milhões de pessoas e fez 400 mil deslocados. O segundo, Kenneth, ocasionou 45 mortes e desalojou cerca de 3 214 pessoas (*Ciclones Tropicais Idai e Kenneth: Relatório da Situação Nacional 2*, 2019). Este elevado índice de mortes e desalojados, resultantes de desastres naturais, tem levado as Nações Unidas a traçar políticas estratégicas de habitação, como se pode verificar na *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Em 2015, foram discutidas 169 medidas, agrupadas em 17 grandes objetivos, conhecidos por Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), para assegurar o crescimento económico sustentável, proteção ambiental e a inclusão social. Propôs-se como meta implementar estes objetivos até ao ano 2030. No que diz respeito a estratégias de crescimento económico sustentável e inclusivo, a ONU sugere a erradicação da pobreza extrema, dando prioridade ao direito de habitação condigna a todos os cidadãos do mundo e garantindo a boa saúde e o bem-estar. Por outro lado, uma das principais razões para as medidas traçadas em matéria de proteção ambiental trata-se da pilhagem de recursos naturais para alimentar a indústria da construção civil. Esta última é considerada a mais exigente em termos de recursos naturais e a que mais consome recursos hídricos, energéticos e minerais, para além de contribuir para a emissão de grandes quantidades de GEE para a atmosfera.

Em jeito de conclusão, pode-se afirmar que apesar do direito de habitação condigna ser um direito constitucional de todos os cidadãos, a escassez da mesma tem sido cada vez mais notável, principalmente em PBR como demonstram os dados estatísticos da ONU. É importante aqui também ressaltar a dificuldade em classificar os *sem-abrigo*. Por outro lado, constatou-se que, apesar das políticas estratégicas de habitação serem definidas e algumas atividades levadas a cabo para a mitigação do problema é, contudo, necessário redobrar os esforços. A resolução desta questão não depende apenas de boas políticas de habitação, de recursos financeiros e humanos, mas sim de toda uma conjuntura social, económica e ambiental (Forjaz, 1999: 77-78).

## **2.2 Défice habitacional em Moçambique**

Nesta secção vai-se estudar principalmente o histórico da habitação em Moçambique. O objetivo será tentar entender as possíveis causas dos problemas habitacionais e as leis de habitação vigentes em Moçambique. Analisar-se-á, neste sentido, mais em detalhe o histórico da habitação e as

reformas políticas habitacionais no período pós-colonial. Discutir-se-á, por fim, a questão dos impactos dos desastres naturais associados as alterações climáticas sobre a habitação.

### 2.2.1 Histórico de habitação

*Período colonial* – Segundo Forjaz (1999), os problemas habitacionais em Moçambique são conhecidos desde o período colonial. Para países como Moçambique, aponta-se o subdesenvolvimento como sendo o principal fator deste grande problema social e acredita-se que terá sido originado pelo colonialismo. De facto, de acordo com Bruschi et al. (2005: 1), citado por Ribeiro-Malema (2015: 37) o problema da habitação começa com a questão da perceção europeia em relação aos assentamentos africanos: “Porém, já no século XIX, com a emergência do colonialismo efetivo, estes assentamentos passaram a ser descritos como “miseráveis conjuntos de palhotas” e a manifestação da cultura africana passou a ser designada como “produção de selvagens” “. Por outro lado, tanto a exploração como a expansão agrária e mineira obrigaram milhares de africanos a abandonar as suas terras e as suas casas. Pode-se, com estas constatações, afirmar que a colonização contribuiu para o défice habitacional em Moçambique.

*Período pós-colonial* – um ano após a proclamação da independência (1976), sob o decreto-lei 5/76 de 5 de Fevereiro, deu-se início à nacionalização de terras e infraestruturas, onde todos os edifícios foram revertidos a favor do Estado. Contudo, apesar da nacionalização total dos imóveis e da terra, o défice habitacional prevaleceu, principalmente nas zonas rurais. Desde o período colonial até aos dias de hoje, este défice tem sido caracterizado pelo isolamento e dispersão dos assentamentos, pelas construções em materiais de construção precários e pela ausência de infraestruturas para o desenvolvimento e bem-estar, como estradas, água canalizada, eletricidade, saneamento, saúde, escolas, áreas de lazer e comércio, etc. (Chitsungo, n.d.: 1-3).

A ausência de quadros qualificados como arquitetos, engenheiros civis, projetistas, urbanistas e construtores também contribuiu para o défice habitacional (Forjaz, 1999: 35). Na tentativa de minimizar o problema, o governo moçambicano, através do Ministério das Obras Públicas e Habitação (MOPH), traçou novas políticas estratégicas de habitação, onde foi priorizado o envolvimento da população no planeamento das novas comunidades rurais, designadas de *aldeias comunais*. Estas novas medidas tomadas visam formar técnicos, resgatar as tecnologias de construção tradicional, incentivar a autoconstrução, criar uma legislação específica para regulamentar a propriedade da habitação e a sua transmissão e estabelecer relações de intercâmbio de experiências com outros países com problemas idênticos (Forjaz, 1999: 105-106). Forjaz argumenta também que até então nenhuma estratégia política assertiva fora desenhada para a

mitigação do problema, apesar de reconhecer que não é tarefa fácil encontrar soluções numa sociedade tão diversificada e complexa como a moçambicana (Forjaz, 1999: 78-79).

### **2.2.2 Leis de habitação vigentes**

É do conhecimento geral que a solução de qualquer problema social depende principalmente de estratégias políticas bem traçadas, para além da boa vontade política. Forjaz indica que “é da responsabilidade do governo, com diferentes níveis de responsabilidade e autonomia, endereçar e identificar estratégias com vista a mitigar o problema de habitação condigna em Moçambique” (Forjaz, 1999: 83-84) e para tal é importante refletir sobre as seguintes questões: (i) que políticas poderão beneficiar mais famílias; (ii) quais são as estratégias políticas que podem alcançar melhores resultados; (iii) e qual é o papel dos técnicos, planeadores económicos, arquitetos, urbanistas entre outros académicos na resolução deste problema (Forjaz, 1999: 79). Após a independência, Moçambique passou por grandes reformas no sector da habitação. Contudo, só 36 anos mais tarde a Política Estratégica Nacional foi divulgada pelo Ministério das Obras Públicas e Habitação e Recursos Hídricos (MOPHRH) (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018: 28). De forma resumida, pode-se afirmar que estas políticas estão alinhadas com os objetivos da *Agenda 2030*, no que toca a questão do desenvolvimento económico sustentável inclusivo e a irradicação da pobreza através da melhoria da qualidade de vida de todos os cidadãos de forma sustentável, através dos seguintes instrumentos legais:

- Ampliação das competências do Fundo de Fomento de Habitação (FFH) através do Decreto N° 65/2010, de 31 de Dezembro;
- Política e Estratégia de Habitação (PEH), aprovada pela Resolução 19/2011, de 8 de Junho;
- Agenda 2025 e o programa quinquenal do Governo 2010-2014, 2019-2025, onde o governo prevê impulsionar a indústria da construção civil com vista a responder ao défice de habitação adequada;
- Constituição da República de Moçambique; Lei do Ordenamento do Território;
- Estratégia e Plano de Ação para Aplicação e Disseminação dos Materiais e Sistemas Construtivos Alternativos (Chitsungo, n.d.: 5).

Estas políticas têm como principais objetivos: (i) priorizar a questão habitacional na agenda governamental; (ii) facilitar o acesso a habitação adequada, a um custo acessível para todas as classes sociais; (iii) identificar e mobilizar recursos financeiros para potencializar a capacidade de investimento e para operacionalizar a sustentabilidade da política de habitação; (iv) aumentar progressivamente a quantidade e qualidade da habitação a partir do uso de recursos disponíveis

localmente e da capacitação dos vários intervenientes do sector a partir das suas áreas estratégicas; (v) promover e incentivar as instituições públicas e privadas para o financiamento e produção de habitação com segurança jurídica (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018: 28); (vi) incentivar a produção e disseminação de materiais de construção locais com tecnologias melhoradas; (vii) articular a Política de Habitação com outras políticas, em particular as políticas relacionadas com o desenvolvimento de empregos, planeamento de uso do solo, meio ambiente e da população (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018: 28), entre outras políticas que visam ao bem-estar da população.

### **2.2.3 Atual situação habitacional**

O principal problema de habitação em Moçambique está diretamente associado à pobreza, como o demonstra a posição do país (181º, num total de 188 países) no *ranking* do Índice do Desenvolvimento Humano (IDH). Mais de 70% da população vive na pobreza, dos quais cerca de 44% em condições extremas, e 68,7% abaixo da linha internacional da pobreza (USD 1,90 por dia). Só no sector habitacional, a UN-Habitat estimou que nos centros urbanos 80% da população vive em habitações inadequadas (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018: 24). Segundo dados estatísticos do último *Censo Geral da População e Habitação* (2017), o INE apurou também um défice habitacional na ordem dos 2 milhões, tendo em conta que a população neste ano era de 27 128 530 pessoas, distribuídas por 5 388 796 unidades. Destas, cerca de 3 617 137 foram contabilizadas nas zonas rurais e as restantes nas cidades, incluindo subúrbios. Por outro lado, segundo estudos levados a cabo pela Global Human Settlement Layer (GHSL), apurou-se que cerca de 38% da população vive nas cidades, 43% em vilas (aglomerados concentrados regulares) e apenas 19% em zonas rurais (aglomerados concentrados irregulares) (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018: 22). Quanto à média de pessoas por agregado familiar, estima-se que seja de cinco pessoas por agregado, e o tipo de habitação predominante é o de regime particular, feito na base de material tradicional disponível localmente (47,4%), seguido de casas mistas e de casas convencionais, cada uma correspondendo a 22,4% do valor total (*Censo Geral da População e Habitação*, 2017).

### **2.2.4 Desastres naturais associados a alterações climáticas como fator do défice habitacional**

Como referido previamente neste estudo, são vários os fatores que contribuem para o défice habitacional. No caso de Moçambique, para além dos fatores de subdesenvolvimento, de explosão demográfica, da ausência de políticas claras de habitação, da corrupção e dos conflitos políticos e

militares, os efeitos de alterações climáticas têm contribuído significativamente para o aumento do índice de défice de habitação adequada e resiliente aos eventos extremos como ilustra o quadro 2.1.

**Quadro 2.1: Efeitos de alterações climáticas nas duas últimas décadas em Moçambique**

| Ano            | Evento                         | Nº de afetados   | Nº de desalojados |
|----------------|--------------------------------|------------------|-------------------|
| Abril 2019     | Ciclone Kenneth (Categoria *3) | Sem informação   | 3 000             |
| Março 2019     | Ciclone Idai (Categoria 3*)    | 1 085 000        | 400 000           |
| Fevereiro 2017 | Ciclone (Categoria 4)          | 750 000          | Sem informação    |
| 2015           | Ciclone (Categoria 3)          | 160 000          | 50 000            |
| 2013           | Ciclone (Categoria 3)          | Sem informação   | 186 000           |
| 2011-2012      | Ciclone (Categoria 3)          | 10 800           | Sem informação    |
| 2007           | Ciclone (Categoria 3)          | 285 000          | 163 000           |
| Fevereiro 2000 | Ciclone Eline                  | Sem informação   | 650 000           |
| <b>Total</b>   |                                | <b>2 290 800</b> | <b>1 452 000</b>  |

Fonte: Adaptado da *Avaliação Rápida de Moçambique - distrito de Búzi* (2019: 2); \* *Ciclones Tropicais Idai e Kenneth: Relatório da Situação Nacional 2* (2019).

No quadro 2.1 é possível observar como nas duas últimas décadas Moçambique vem sofrendo graves impactos dos efeitos de alterações climáticas, principalmente sob a forma de ciclones. Estes últimos já afetaram mais de 2 milhões de pessoas e desalojaram perto de 1,5 milhões.

#### **2.2.4.1 Políticas estratégicas vigentes para desastres naturais**

Em resposta a estes eventos, o Governo moçambicano, através do Instituto Nacional de Gestão e Calamidades (INGC), que é o órgão responsável pela coordenação de todas as atividades de calamidade no país, adotou uma abordagem proativa visando reduzir a vulnerabilidade das comunidades locais, da economia e das infraestruturas. Para esse efeito, aprovou a Política Nacional de Gestão das Calamidades em 1999 e renovou esforços para dotar o país de um programa estratégico de desenvolvimento a longo prazo, o que culminaria na criação da Agenda 2025 (*Plano Director para a Redução do Risco de Desastres 2017- 2030*, 2017: 9). Importa para o caso em análise esclarecer que a estratégia para um futuro seguro obriga o Governo a: garantir a prontidão operacional e estratégica; aprovar legislação relativa a edificação e outros empreendimentos que os torne mais resistentes ao impacto dos efeitos de alterações climáticas; definir zonas de risco de

calamidades a nível nacional, onde fica interdita a construção. Por outro lado, estão atualmente em vigor a Lei da Gestão das Calamidades, o regulamento da Lei da Gestão das Calamidades, o Plano de Contingência 2019 e o Plano Diretor para Redução do Risco de Desastres em Moçambique para o período 2017-2030, como referido pelo último (2017). É importante referir aqui que a estratégia 2017-2030 prevê que até 2030 a população, os seus meios de sobrevivência e as infraestruturas públicas e privadas sejam resilientes aos eventos extremos e aos efeitos de alterações climáticas e que exista uma cultura consolidada de prevenção, prontidão, resposta e recuperação (*Plano Director para a Redução do Risco de Desastres 2017- 2030*, 2017: 27) . As linhas e os objetivos estratégicos do plano incluem, portanto: uma melhor compreensão do risco de desastres a todos os níveis, o reforço da governação e da participação pública e privada na redução do risco de desastres, a consolidação de processos de investimento público, ordenamento territorial e proteção financeira contra calamidades, a resposta e a rápida recuperação, assim como a reconstrução resiliente, especialmente a nível provincial e distrital (*Plano Director para a Redução do Risco de Desastres 2017- 2030*, 2017: 6).

Resume-se este capítulo afirmando que o problema habitacional em Moçambique foi efetivamente influenciado pelo colonialismo. Contudo, é difícil prever quais seriam as condições habitacionais atuais se não tivesse existido colonialismo. Após a proclamação da independência, o governo nacionalizou todos os imóveis e terras e mesmo assim não foi possível responder à demanda das necessidades de habitação condigna para todos os Moçambicanos. Pode-se acrescentar aqui também que não foi possível resolver a questão da habitação condigna após a independência porque, primeiro, existiam mais necessitados que imóveis existentes, segundo, o governo de transição não tinha recursos financeiros e humanos suficientes para responder a esta questão. Por outro lado, o facto de o país ser tão vasto, com assentamentos dispersos, deve ter dificultado a provisão de uma habitação condigna para todos os Moçambicanos. Relativamente às leis de habitação e políticas estratégicas em vigor para desastres naturais observa-se que estão muito bem estruturadas e intencionadas, ainda assim o Governo falha em não conseguir pôr em prática tantas leis existentes, talvez por falta de recursos financeiros e/ou humanos ou mesmo por falta de vontade política. Foi importante, neste estudo, identificar que o principal fator para o défice habitacional é a pobreza. Evidentemente, se a população tivesse condições financeiras construiria casas de melhor qualidade e capazes de resistir aos efeitos de alterações climáticas.

## O bambu na mitigação dos desastres naturais associados a alterações climáticas

Em resposta aos efeitos de alterações climáticas e ao défice habitacional, principalmente nas zonas rurais, considera-se o bambu como uma potencial solução para estes dois problemas. Assim sendo, este capítulo será subdividido em duas secções. A primeira irá interessar-se pela origem, o conceito, o cultivo e a gestão do bambu, assim como as suas características físicas e mecânicas, os seus impactos ambientais e a sua contribuição para a mitigação dos desastres naturais associados a alterações climáticas. Enquanto a segunda secção focar-se-á nos impactos sociais, económicos e culturais. Por último, far-se-á uma comparação entre o bambu e outros materiais de construção no que toca a questões de sustentabilidade económica e ambiental.

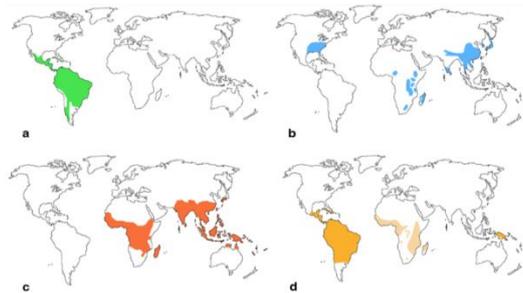
### 3.1 O conceito

A palavra *bambu* foi introduzida por Carl von Linné em 1753. De acordo com Minke, define-se bambu como sendo uma planta da mesma família que o arroz, milho e cana-de-açúcar. Contudo, a diferença do bambu encontra-se no líquen do seu tecido, que aparece depois de alguns anos com uma estrutura dura como a madeira, mas mais leve e flexível (Minke, 2016: 10). Por outro lado, o *Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa* (2003-2020) define *bambu* como um termo extensível a diferentes plantas da família das Gramíneas, frequentes em regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios, de caules altos, resistentes e flexíveis, que se utilizam em construção e no fabrico de móveis e outros objetos.

#### 3.1.1 Origem

Dependendo da espécie, o bambu cresce naturalmente em quase todo o planeta. Não se sabe ao certo a data ou o local da sua origem, mas acredita-se que tenha surgido no período Cretáceo, pouco antes da Era Terciária (Cruz, 2017). Existem também indicações de que devido à sua abundância e às suas excelentes propriedades físicas e mecânicas, a sociedade chinesa foi a primeira a fazer uso do bambu e a desenvolver técnicas para áreas diversas há mais de 7 000 anos (Lugt, 2017: 43). Existem mais de mil espécies que prosperam em diferentes ecossistemas, desde florestas tropicais, com níveis de humidade acima de 80%, como é o caso da espécie *Guadua angustifolia* na Colômbia, até

zonas semiáridas da Índia, onde encontra-se a espécie *Dendrocalamus strictus*. Não obstante, a maioria das espécies encontra-se em regiões com elevado teor de humidade, solos húmidos e argilosos e na proximidade de cursos de água. Poucas são as espécies que crescem em climas secos ou a 4 000 metros acima do nível do mar (Minke, 2016: 10). De acordo com Lubovikov et al. (2007), citado por Minke (2016: 9), das 1 200 espécies apuradas, 750 encontram-se na Ásia e 450 na América Latina, cobrindo uma área total de cerca de 37 milhões de hectares, onde 6 milhões foram identificados na China, 9 milhões na Índia, 10 milhões em 10 países da América Latina e as restantes espécies no Sudoeste da Ásia.

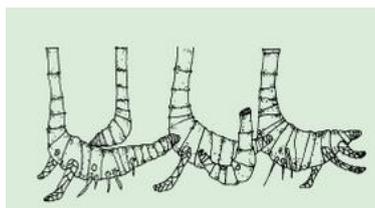


**Fig. 3.1 Distribuição global do bambu consoante a espécie: a. bambu lenhoso neotropical, b. bambu lenhoso temperado do Norte, c. bambu lenhoso paleotropical e d. bambu herbáceo**

Fonte: Yeasmin, Ali e Gantait (2015).

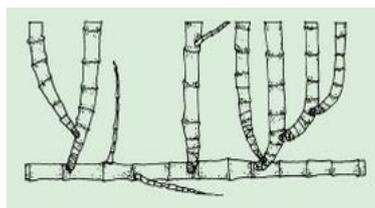
### 3.1.2 Cultivo e gestão

O cultivo do bambu é um processo “simples”, sem muitas exigências quanto ao clima e/ou à qualidade dos solos em comparação com outras espécies vegetais de valor comercial. É uma planta de rápido crescimento e renovável devido à sua estrutura fisionómica (raízes e rizoma). Ela suporta cortes sucessivos durante muitos anos sem, no entanto, se ter de replantar. A planta cresce diretamente de dois tipos de rizoma: (i) *rizoma paquimórfico/herbácea* - crescem em todas as direções formando uma rede tridimensional com uma altura de dois metros. Os caules desenvolvem-se uns próximos dos outros formando uma espécie de matagal; (ii) *rizoma leptomórfico/lenhoso* - crescem de forma independente, linear e horizontal. Na fase inicial do desenvolvimento, os colmos encontram-se aglomerados próximos do rizoma e à medida que a planta cresce alongam-se e distanciam-se uns dos outros. Uma vez atingido o crescimento máximo, a sua força total de silicificação e lignificação começa a deteriorar-se devido ao depósito de silício e lignina nas paredes celulares (Minke, 2016: 15).



**Fig. 3.2 Rizoma em forma de matagal**

Fonte: Minke (2016: 15).



**Fig. 3.3 Rizoma em forma linear**

Fonte: Minke (2016: 15).

### 3.1.2.1 Passos para o cultivo

Destacam-se como principais passos do cultivo do bambu os seguintes:

(i) *local de plantio* – o bambu adapta-se bem ao calor e à humidade em especial, pelo que o melhor lugar para o plantar é junto a cursos e represas de água. Apesar de ser pouco exigente quanto aos solos, a planta cresce melhor em solos profundos, férteis, leves, arenosos e com uma boa drenagem, a temperaturas entre os 20°C e os 25°C, com pluviosidade de 1 800 a 2 500 mm e humidade relativa de 75% a 85% (Greco, 2010);

(ii) *época do plantio* – recomenda-se o plantio no início da época das chuvas para que as mudas apanhem água suficiente, reduzindo assim custos adicionais de rega (Teixeira, n.d.);

(iii) *espaçamento* - depende da espécie e da sua finalidade. Por exemplo, para o bambu gigante, normalmente usado em construção, é recomendável um espaçamento de 10 m x 5 m e para o bambu de pequeno porte, para mobílias e artefactos, 5 m x 3 m (Teixeira, n.d.). Por outro lado, Souza argumenta que “o bambu é plantado a um espaçamento de 4 m x 4 m para espécies de grande porte ou 3 m x 2 m para espécies de médio e pequeno porte” (Souza, 2010: 15);

(iv) *capina/poda* - deve ser feita regularmente de forma a evitar a competição com outras gramas. Contudo, recomenda-se que não se tirem as gramas capinadas, pois servem de adubo e reduzem a evaporação da água do solo (Greco, 2010);

(v) *propagação* – são várias as formas de propagação do bambu, porém, a mais usada é a vegetativa, ou seja, através de uma parte da planta mãe (ramos laterais, divisão dos rizomas, parcelas do colmo) (Greco, 2010). A sua reprodução pode também ser feita através de sementes (Minke, 2016: 16);

(vi) *corte do bambu* - o processo de lignificação (de se tornar madeira) leva entre quatro a seis anos. Depois deste período o seu ciclo vascular fecha e seca (Minke, 2016: 15). Segundo Greco (2010), o corte deve ser feito com uma ferramenta adequada, como um serrote de cortar ferro ou uma motosserra, de preferência entre o primeiro e o segundo nó acima do solo. Por outro lado, o corte deve ser feito nas proximidades do nó de forma a impedir a entrada das águas da chuva no colmo para não haver risco de apodrecimento (Teixeira, n.d.);

(vii) *produtividade* - depende da espécie, do local do cultivo e se a floresta é ou não gerida. Por exemplo, segundo Minke, a espécie *Guadua angustifolia* pode produzir entre 1 200 a 1 350 colmos por hectare por ano (Minke, 2016: 15), e Greco (2010), demonstra que em seis anos uma plantação de *Bambusa bambos* não gerida na Índia pode produzir até 4 250 colmos por hectare por ano, ao contrário de uma plantação gerida da espécie *Dendrocalamus giganteous* no Brasil, que produz apenas 1 880.

### 3.1.3 Características gerais

De um modo geral, a planta do bambu tem as mesmas características que uma espécie vegetativa: raízes, caule, ramos, folha, flores e frutos. Porém, o bambu diferencia-se das outras espécies, principalmente de valor comercial, por ser composto por raízes e rizomas, por ter mais de mil variedades, ser renovável, resistente, flexível, bom sequestrador de carbono, ter múltiplos usos, principalmente como material de construção e de fabricação de mobiliário e de artefactos, entre outras características favoráveis ao meio ambiente e ao Homem (“The history of bamboo”, 2015). De acordo com Londonõ (2003), citado por Minke (2016: 15), o bambu tem a maior capacidade de crescimento e recuperação do planeta. A espécie *Guadua angustifolia*, por exemplo, pode crescer até 21 cm por dia e num mês atingir 80% da sua altura máxima (entre 15 m a 30 m). Seguem-se algumas das características que fazem desta planta especial:

(i) *resistência a temperaturas extremas* – algumas espécies adaptam-se melhor a regiões montanhosas e frias, até abaixo de 10° C, e outras (a maioria) a regiões tropicais (acima de 40° C) (Minke, 2016: 10);

(ii) *floração* – existem dois aspetos interessantes sobre o bambu. O primeiro aspeto corresponde ao facto de se considerar esta planta a de crescimento mais rápido entre todas as plantas, como de resto mencionou-se anteriormente. O segundo aspeto corresponde ao facto de se tratar da planta com o ciclo de floração mais longo do mundo. Minke menciona que “o ciclo de floração pode variar entre 2 a 100 anos e para espécies gigantes por exemplo, pode variar entre 40 a 80 anos”<sup>2</sup> (Minke, 2016: 16). Greco (2010) compartilha a opinião: a floração do bambu é cíclica e demorada, podendo acontecer um evento a cada cem anos. Outro facto interessante sobre a floração é de que uma espécie pode ser gregária, querendo dizer que a floração da mesma espécie de bambu pode acontecer ao mesmo tempo em todo o planeta (Minke, 2016: 16; Greco, 2010). Segundo Greco (2010), a floração é sinal do fim da vida útil da planta, no entanto, Londonõ (2003),

---

<sup>2</sup> As citações de autores não-portugueses serão sempre traduzidas por mim para Português, a fim de facilitar a sua integração no texto.

citado por Minke (2016: 16), argumenta que a espécie *Guadua angustifolia* é uma exceção. Esta espécie pode por vezes apresentar uma floração precoce associada a verões quentes sem, no entanto, morrer;

(iii) *cor* – na fase de crescimento a planta é geralmente verde. Na fase adulta, torna-se verde-claro, amarelo ou castanho (Minke, 2010: 16). Segundo Fu (2000), citado por Berndsen et al. (2013: 487), “o bambu da espécie Mossô por exemplo, nas idades entre um a dois anos apresenta a cor verde-escuro, entre três a quatro anos verde e de cinco a seis anos verde amarelado”.

### **3.1.4 Impacto socioeconómico, cultural e ambiental**

*Importância socioeconómica* – A industrialização do bambu pode ser um vetor de desenvolvimento económico das zonas rurais. O seu cultivo, gestão e comercialização podem efetivamente contribuir para a fixação da população no meio rural, devido à mão-de-obra intensiva necessária à sua gestão (Greco, 2010). Segundo Greco (2010), na China, na Índia e no Taiwan o bambu tem contribuído para o Produto Interno Bruto (PIB).

*Impacto cultural* - Como já se referiu, o uso do bambu no continente asiático já vem de longa data. Na dinastia Shang (séc. XVI a.C.), o bambu já servia de alimento e era utilizado na fabricação de roupas, habitações, transporte, instrumentos musicais e armas. Entre os anos 25 e 220 a.C. é relatada a invenção do papel, usando-se tiras do bambu como suporte de escrita (“Bamboo, a symbol of traditional Chinese values”, 2011).

*Impacto ambiental* - A exploração desenfreada dos recursos naturais, principalmente os florestais e minerais, afetam negativamente o meio ambiente, degradando ecossistemas. Por exemplo, o consumo de madeira pela construção civil e/ou indústria naval tem contribuído para a fragilização dos ecossistemas através da degradação dos solos e da perda de várias espécies entre outros aspetos não favoráveis ao ambiente. Contrariamente, o bambu apresenta uma pegada ambiental baixa em relação às diversas espécies de árvores de valor comercial pelas seguintes razões:

- é de rápido crescimento e recuperação, o que contribui para a produção de grandes quantidades de biomassa em comparação com o eucalipto por exemplo (Minke, 2016: 11);
- o bambu permite também recuperar solos degradados;
- evitar erosão;
- controlar o ciclo de água e absorver grandes quantidades de carbono.

De facto, de acordo com Cruz Rios (2009), citado por Greco (2010), o bambu pode controlar a qualidade e a quantidade de água nas bacias hidrográficas e reduzir a erosão devido à composição das suas raízes e rizomas, recuperar as propriedades de solos degradados, como foi demonstrado

numa plantação de bambu da espécie *Guadua angustifolia* que produziu 594,2 toneladas por hectare em sete anos segundo Cruz Rios (2009), como citado em Minke (2016: 11). O bambu tem também a capacidade de recuperar águas degradadas através de processos de fitorremediação (Greco, 2010). De acordo com Sabogal (1979), citado por Minke (2016: 11), o bambu é igualmente um bom sequestrador de carbono e um bom retentor de água. Efetivamente, um hectare de *Guadua angustifolia* pode absorver e armazenar até 30 mil litros de água durante a época chuvosa. A água recolhida poderá ser usada no período seco.

### **3.2. O bambu como sequestrador de carbono**

A “luta” pela redução de emissão de GEEs como o dióxido carbono (CO<sub>2</sub>) foi abordada no protocolo de Quioto em 1997<sup>3</sup> e estendida a outros acordos como foi o caso da *Agenda 2030*, de 2015. Estabeleceu-se, para os países industrializados, a meta de redução das emissões de CO<sub>2</sub> através de duas principais ações: o reflorestamento e a redução de emissões de CO<sub>2</sub> com a ajuda de tecnologias avançadas, de preferência verdes. Deu-se preferência à primeira opção por ser inclusiva e mais benéfica para o planeta e principalmente para os países PBR, que sofrem especialmente dos efeitos devastadores de alterações climáticas.

Os PBR podem beneficiar de financiamentos de programas de reflorestamento e desta forma aliviar a pobreza e ao mesmo tempo recuperar os ecossistemas (Moreira e Giometti, 2008: 16). Tendo em consideração que o sequestro de carbono é um processo biológico, através do qual as plantas e micro-organismos armazenam carbono sólido encontrado na atmosfera, na biomassa vegetativa e nos solos, o bambu parece ser um excelente agente sequestrador de carbono. Ele faz, efetivamente, parte de uma espécie de rápido desenvolvimento e recuperação. O processo do sequestro acontece desde o início da vida da planta, passando pelo seu crescimento, até ao fim da sua vida útil. Deste modo, enquanto o bambu se encontrar no ecossistema, quantidades significativas de CO<sub>2</sub> podem ser armazenadas. Quando transformado em produto, o bambu consegue armazenar uma grande quantidade de gases. A título de exemplo, um hectare de uma plantação de bambu pode armazenar até 1 000 toneladas de CO<sub>2</sub> (Lugt, 2017: 74), e 1 m<sup>3</sup> de produto de bambu laminado pode armazenar até 1 650 kg de CO<sub>2</sub>. Na prática, esta quantidade corresponde aproximadamente a cinco meses de emissão de energia de uma habitação ou 12 700 km conduzidos por um carro de classe média (Lugt, 2017: 64). Portanto, até esses produtos não serem descartados, o CO<sub>2</sub> continua retido.

---

<sup>3</sup> Adotado em Dezembro de 1997, o Protocolo de Quioto estabelece metas de redução de emissão de gases de efeito de estufa e mecanismos adicionais de implementação para que estas metas sejam atingidas.

## O bambu na construção

Antes do aparecimento do material de construção moderno, o bambu já era usado na arquitetura asiática há milhares de anos, devido à sua abundância e propriedades físicas e mecânicas. A Ponte Anjan na China é, por exemplo, uma das mais antigas do mundo construída em bambu. A sua substituição por cabos de aço só veio a ser efetuada nos finais do século XX (Lugt, 2017: 43). As estruturas dos palácios do imperador da dinastia Han, na China (206 a.C. – 220 d.C.), e do Taj Mahal, na Índia, são outras infraestruturas de grande destaque onde este recurso esteve presente (Blog Redação, 2019). De acordo com Liese e Dunking (2009), citado por Minke (2016: 12), estima-se que cerca de mil milhões de pessoas vivem em casas construídas em bambu, só no Bangladesh mais de 70% e no Equador 50%. Os seus colmos servem para a construção de pontes suspensas para peões, andaimes, usados na maioria das infraestruturas altas do continente asiático (Lugt, 2017: 43), abrigos de baixo custo, entre outras construções.

Uma das grandes vantagens do bambu como material de construção, em relação a outros materiais de construção, está diretamente associada à sua sustentabilidade. Como já se referiu previamente, o bambu é um recurso de rápido crescimento e recuperação, para além de produzir excelentes derivados para a construção. Por outro lado, a sua colheita (após a maturidade) pode ser feita anualmente, sem ser preciso replantá-la até ao fim do seu ciclo de vida. Segundo Lugt (2017), destacam-se dois principais métodos para medir a sustentabilidade de um produto: através do seu débito (dano ambiental) e do seu crédito (benefício ambiental). A primeira medida pode ser avaliada através da análise do ciclo de vida útil do produto manufacturado (Lugt, 2017: 56), onde o seu percurso é analisado desde o local de plantação da planta que será usada no processo produtivo, passando pelos cuidados a tomar durante o desenvolvimento das plantas, a colheita, o transporte até às fábricas onde será processada a matéria-prima, pelos métodos de preservação, processamento, embalagem, envio ao destino final e por fim ao uso e descarte do produto acabado. Este ciclo é conhecido pela expressão “do berço à cova” (Lugt, 2017: 61).

Relativamente ao crédito ou benefício ambiental, na sua maioria, o impacto é avaliado através da quantidade de CO<sub>2</sub> sequestrado. Os produtos feitos de bambu levam, neste aspeto, uma grande vantagem sobre outros produtos derivados de espécies de árvores de valor comercial, através da quantidade de material semiacabado produzido. Por exemplo, um hectare de bambu gigante pode produzir uma média anual de 9 m<sup>3</sup> de material. Em contrapartida, as espécies de árvore *Meranti e Firi chinesa* podem produzir apenas 4 m<sup>3</sup>. Usando uma comparação prática, um hectare da espécie *Guadua*, por exemplo, pode produzir até 153 aros de janelas contra 60 aros de um hectare da

madeira *Meranti* (Lugt, 2017: 74). “De acordo com as normas ISO 22156 e ISO 22157-2, 78,3 toneladas de bambu são produzidas por hectare e por ano no Triângulo do Café na Colômbia, comparado com apenas 17,5 toneladas por hectare de madeira. Falando de material seco, 36 toneladas de bambu são produzidas por hectare quando um hectare de madeira produz somente 10,8 toneladas. A produção do bambu é então 3,3 vezes maior que a de madeira” (Minke, 2016: 29).

Para prosseguir com o estudo achou-se extremamente importante comparar os impactos ambientais do bambu com o de alguns dos mais usados materiais de construção modernos, a saber, o cimento, o aço e a madeira convencional.

(i) *Cimento* – a extração da matéria-prima para a sua produção gera a degradação e a contaminação dos solos e recursos hídricos, para além da poluição atmosférica. A sua utilização resulta em poluição sonora e visual, doenças respiratórias e da pele. O seu descarte (em caso de demolição) é também responsável por ruídos, libertação de poeiras, contaminação dos solos e recursos hídricos. Por outro lado, a indústria de cimento é responsável por aproximadamente 3% da emissão mundial de GEE, dos quais 5% são CO<sub>2</sub> - 54% pela queima do combustível fóssil e 9% de queimadas por desmatamento. Os outros sectores que contribuem para a emissão de GEE incluem: transporte 5%, eletricidade 5% e 40% para o processo de clínquerização (Maury e Blumenschei, 2012: 78-79). Em relação ao último aspeto, verificou-se que a fase do processamento do cimento é a maior responsável pelo consumo de recursos energéticos e hídricos, para além de emitir grandes quantidades de CO<sub>2</sub>. Estudos relatam que a cada tonelada de clínquer produzida é emitida uma tonelada de CO<sub>2</sub>, e o consumo anual global deste produto está estimado em 11 mil milhões de toneladas (Cunha et al., 2017).

(ii) *Aço* - Em relação ao processo de produção do aço, encontram-se o mesmo cenário de exigência de recursos energéticos e hídricos e o mesmo impacto na libertação de CO<sub>2</sub>. Pode-se observar este facto no seguinte quadro 4.1.

**Quadro 4.1: Comparação do impacto ambiental do bambu versus aço**

| <b>Parâmetro</b>                            | <b>Bambu</b>                   | <b>Aço</b>                     |
|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Libertação de dióxido de carbono            | 18,72 kg/m <sup>3</sup>        | 9 420 kg/m <sup>3</sup>        |
| Emissão de dióxido de carbono no transporte | 1,711 kg/100 km/m <sup>3</sup> | 27,38 kg/100 km/m <sup>3</sup> |
| Consumo de energia no processo de produção  | 30 MJ/m <sup>3</sup>           | 1 500 MJ/m <sup>3</sup>        |
| Peso específico                             | 500 kgf/m <sup>3</sup>         | 7 850 kgf/m <sup>3</sup>       |
| Consumo de diesel no transporte             | 0,635 l/100 km/m <sup>3</sup>  | 10,16 l/100 km/m <sup>3</sup>  |

Fonte: adaptado de Cruz (2017).

Vemos claramente aqui que as exigências de manufaturaç o do aço, em relaça o a derivados do bambu, são muito mais elevadas. São na emissão de CO<sub>2</sub> no transporte, o impacto do aço   16 vezes maior que o do bambu, e no que se refere ao consumo de energia no processo de produça o, a do aço   50 vezes superior. Relativamente   libertaça o de GEE, os valores do aço são mais de 500 vezes maior que o valor do bambu.

(iii) *Madeira* – a demanda da madeira resulta na desflorestaça o de milhares de hectares de florestas tropicais, ocasionando impactos ambientais irreparáveis. Neste aspeto, o bambu, ao contrário da madeira, leva vantagens, por ser de rápido crescimento e recuperaça o e, também, por ser menos exigente a nível de solos. O bambu não precisa de fertilizantes e adubaça o, ao contrário de algumas árvores de valor comercial. São estas características que tornam os produtos de bambu ecológicos e sustentáveis em relaça o aos produtos de madeira. A adiça o ou substituiça o da madeira convencional pelo bambu pode contribuir então para a reduça o dos impactos ambientais. O bambu produz, por exemplo, excelentes derivados de construça o com aceitaça o internacional (“The history of bamboo”, 2015).

**Quadro 4.2: Diferença de idade do corte entre o bambu e diferentes árvores de valor comercial para polpaça o e madeira**

| Espécies            | Uso       | Idade de corte/anos | Espécies    | Uso     | Idade de corte/anos |
|---------------------|-----------|---------------------|-------------|---------|---------------------|
| Bambu Moss          | Polpaça o | 2 - 3               | Bambu Moss  | Madeira | 5                   |
| Pinheiro Vermelho   |           | 12 - 15             | Abeto       |         | 25                  |
| Lar cio             |           | 15 – 20             | Lar cio     |         | 30                  |
| Eucaliptos e Acácia |           | 6 - 10              | Teca        |         | 20                  |
|  lamo               |           | 4 - 5               |  lamo       |         | 8                   |

Fonte: adaptado de “The history of bamboo” (2015).

No quadro 4.2   possível observar que o bambu leva uma grande vantagem sobre outras espécies de árvores de valor comercial por levar menos tempo (duas a dez vezes menos) para poder ser cortado e usado. Por outro lado, contrariamente a outras espécies, por ser uma planta de autorregeneraça o, o bambu pode, com uma boa gestão, ser um permanente sequestrador de CO<sub>2</sub>, de acordo com Cruz Rios (2009), como citado em Minke (2016: 11). Quanto às exigências de recursos energéticos para a manufaturaç o de derivados de madeira, segundo Jassen (1981), como citado em Minke (2016: 11), a madeira necessita de 20 vezes mais energia (600 MJ/m<sup>3</sup>) que o bambu. Importa-nos realçar aqui que apesar de ter um impacto ambiental reduzido, o processamento do bambu, ainda assim, produz

alguns efeitos desfavoráveis, como o uso de cola e resina, a necessidade de transporte e o consumo de energia.

De modo a concluir esta secção, é importante voltar a mencionar sobre o grande potencial do bambu na mitigação dos desastres naturais associados a alterações climáticas e do défice habitacional. Constatou-se, nesta parte do estudo, que as propriedades físicas do bambu podem contribuir de maneira significativa para a recuperação de ecossistemas. As suas propriedades mecânicas tornam-no também num excelente material de construção. A sua pegada energética e ecológica é bastante inferior à dos outros materiais utilizados normalmente nas construções de habitações como a madeira, o cimento ou ainda o aço. Para a concretização do objetivo do presente projeto, acredita-se que é extremamente importante ter um conhecimento profundo sobre o cultivo e a boa gestão do bambu e sobre as suas características físicas e mecânicas. É fundamental também saber escolher as melhores espécies de bambu para a construção, conhecer os seus impactos ambientais e as suas vantagens sobre outros materiais de construção. É a partir destas informações valiosas que será possível, no âmbito do presente projeto, a promoção de florestas comunitárias nas comunidades da região de Búzi. Se o bambu for devidamente implementado, ele poderá beneficiar tanto as comunidades como o meio ambiente.

#### **4.1 O bambu como material alternativo na construção**

Como já se referiu, o principal objetivo do presente projeto é desenvolver um protótipo de habitação em bambu que seja resiliente a eventos extremos. Neste capítulo interessa sobretudo explorar os critérios mais relevantes para a edificação de uma infraestrutura em bambu duradoura e adequada às necessidades da população.

Na presente pesquisa identificou-se uma série de critérios a considerar na planificação e na edificação de uma estrutura em bambu, como as espécies adequadas para a construção (de preferência disponíveis localmente), a maturidade do produto, a boa seleção dos colmos, os instrumentos de trabalho adequados, ter conhecimento dos tipos de corte e uniões específicos para o bambu e por fim a preservação do bambu, entre outros aspetos que permitem garantir a durabilidade da infraestrutura e do projeto.

#### **4.2 Espécies de bambu adequadas à construção**

Segundo Minke (2016), a lista das espécies mais adequadas para a construção inclui:

(i) *Dendrocalamus* – um grupo de bambus com origem no sul da Ásia e da Índia, caracterizado pelo seu tamanho, resistência e pela grande diversidade de espécies existente deste grupo. Destacam-se: *D. balcoa*, que pode atingir uma altura de 20 m e um diâmetro de 20 cm; e *D. gigantes*, que é uma das maiores espécies de bambu, podendo crescer até 30 m de altura e o seu diâmetro até 30 cm, originário da Índia, Burma, Sri Lanka e Tailândia, usado na construção de estruturas de grande porte, mobiliários e produção do papel;

(ii) *Guadua* - um grupo endêmico da América do Sul, cujo nome foi atribuído por Karl Sigismud Kunth em 1822 e levou à aparição do termo “guadua”, originalmente usado pelas populações indígenas da Colômbia e do Equador. A *Guadua angustifolia kunth* é uma espécie que aguenta temperaturas abaixo dos 2º C. Para além da construção, é ótimo para a produção de laminados. O seu diâmetro varia entre 9 e 12 cm, excepcionalmente atingindo os 21 cm. A sua média de crescimento pode atingir os 12 cm diários e, após três meses, atinge 80 a 90% da sua altura máxima (entre 15 m a 30 m);

(iii) *Chusquea Culeou* - uma espécie que cresce menos em relação a *Guadua* e *Dendrocalamus*, originária do Chile, podendo crescer até 6 m de altura e atingir os 4 cm de diâmetro. Não obstante, os seus colmos são extremamente fortes (Minke, 2016: 10).

### 4.3 Propriedades físicas e mecânicas

Diferentes literaturas identificam o clima, a topografia, o tipo de solo, a altitude, o corte e tratamento, a idade, a secção do colmo e a humidade como sendo fatores determinantes das propriedades físicas e mecânicas do colmo do bambu (Minke, 2016: 21). Para além do género e família da planta, a época da colheita e as condições climáticas também podem influenciar a sua resistência (Monte Mor et al., n.d.). Por outro lado, segundo Liese (1998) e Berndsen et al. (2010), citados por Berndsen et al. (2013: 486), as propriedades mecânicas dos colmos do bambu estão fortemente relacionadas com a sua estrutura anatómica (modificada com a maturidade das mesmas) e a densidade aparente da planta, que pode variar aproximadamente entre os 0,50 e 0,90 g/cm<sup>3</sup>.

Atendendo que o presente protótipo de habitação vai utilizar colmos de bambus não-processados (laminados, tecidos, pranchas, etc.), as propriedades mecânicas mais relevantes para o presente projeto devem incluir: a secção e idade do colmo em relação à resistência à tração, a compressão, o módulo de rutura, a elasticidade e densidade. Esta informação permitira escolher o bambu com a idade certa e a secção correta para aplicação do bambu em vários elementos construtivos do protótipo. Por outro lado, saber-se-á calcular quanto peso um colmo de bambu pode aguentar em função das propriedades de cada espécie. Importa aqui realçar que, de acordo com

Bedersen et al. (2013), não existe ainda nenhuma padronização quanto à classificação das propriedades mecânicas do bambu. A maioria dos ensaios realizados sobre o bambu utiliza a mesma norma que é usada para classificar as propriedades mecânicas da madeira, por esta ter um comportamento estrutural semelhante.

**Quadro 4.3: Avaliação das propriedades mecânicas do bambu Mossô tendo em conta as secções e a idade do colmo do bambu**

| Secção do colmo | Densidade aparente g/cm <sup>3</sup> /resistência em flexão estática |        | Módulo de rutura (MPa) |        | Módulo de elasticidade (MPa) |        |
|-----------------|--|--------|------------------------|--------|------------------------------|--------|
|                 | Idades   |        | Idades                 |        | Idades                       |        |
|                 | 1 a 3 anos   | 5 anos | 1 a 3 anos             | 5 anos | 1 a 3 anos                   | 5 anos |
| Base            | 0,49   | 0,75   | 110,3                  | 186,2  | 8929                         | 13 162 |
| Topo            | 0,54   | 0,76   | 117,2                  | 183,4  | 7770                         | 13 307 |

Fonte: adaptado de Berndsen et al. (2013: 487)

*Resistência à flexão estática* - como se pode observar na tabela 4.3, segundo estudos efetuados por Li (2004), como citado em Berndsen et al. (2013), para colmos de um a três anos a densidade aparente dos colmos situa-se entre 0,49 g/cm<sup>3</sup> para a secção base e 0,54 g/cm<sup>3</sup> para o topo. Foi possível constatar que à medida que os colmos crescem, a resistência tende a aumentar. É também possível notar que, aos cinco anos de idade, houve um aumento significativo da resistência dos colmos em ambas as secções. Para a base, houve um aumento na ordem de 65% e 71% para o topo. Pode-se observar também que a resistência à flexão estática é crescente na direção base-topo;

*Módulos de rutura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE)* - as médias dos colmos com idade de cinco anos são relativamente maiores que os colmos de um a três anos. Ambos os módulos tiveram também um aumento de 69% de resistência. Contudo, segundo Chun (2003), como citado em Berndsen et al. (2013: 486-487), para a maioria das espécies de bambu, a resistência mecânica aumenta durante os primeiros cinco anos e reduz depois dos nove anos, quando a planta entra em declínio.

#### 4.4 Seleção e maturidade dos colmos

Segundo Minke (2016: 29), é importante que os colmos do bambu sejam de “boa qualidade”. Recomenda-se usar bambu seco, maduro, sem sinais de decadência, tratado, reto ou ligeiramente encurvado e verificar a qualidade da secção do colmo a usar consoante a aplicação. Por exemplo, em caso de construção de pilares em bambu, recomenda-se que se use o primeiro terço do colmo por ser a secção mais resistente.

Quanto à maturidade, um dos aspetos mais importantes do uso de bambu na construção é a idade do corte, que pode variar entre meio ano a seis anos. Os bambus com idades compreendidas entre meio ano e um ano, por exemplo, servem para a produção de ripas usadas na produção de tecidos de bambus. Aos dois anos, as canas são ideais para a produção de pranchas. Entre três e cinco anos, os colmos inteiros são excelentes para a construção de pilares, vigas, paredes, entre outros elementos construtivos. Porém, o corte do bambu é uma tarefa delicada. Ele deve ser feito com instrumentos específicos como um serrote de ferro ou uma motosserra, de forma a evitar possíveis fissuras e/ou fendas no colmo. Recomenda-se ainda que o corte e/ou colheita seja efetuado na época seca, por ser a altura durante a qual os colmos apresentam menor teor de humidade. Por outro lado, os cortes devem normalmente ser feitos na posição diagonal acima do primeiro ou segundo entrenó a partir do solo, de forma a evitar que a água da chuva entre dentro do rizoma, sob o risco de apodrecimento (Minke, 2016: 17).

## 4.5 Decadência

A decadência do colmo do bambu deve-se principalmente ao ataque de fungos e insetos, como besouros e térmites. Isto ocorre devido ao alto teor de humidade e amido da planta. Para garantir a longevidade de uma estrutura em bambu é importante que ele seja devidamente tratado antes da sua aplicação.

(i) *Decadência por ataque de fungos* – os fungos são a principal causa para o apodrecimento do colmo do bambu. Eles sobrevivem em bambus quando o teor de humidade é igual ou superior a 20%. Isto significa que a exposição do colmo de bambus às águas da chuva é suficiente para acomodar os fungos.

(ii) *Decadências por ataque de besouros* – os besouros são, na sua maioria, atraídos pelo amido do bambu. A natureza oca do bambu, associada ao teor de amido e humidade, tornam o bambu um local perfeito para depositar os seus ovos. À medida que os ovos se transformam em larvas, estes alimentam-se do colmo e criam buracos que irão servir mais tarde de meio de escapatória.



**Fig. 4.1: Larva de besouro dentro do bambu**

Fonte: Kaminski (2018c: 16).



**Fig.4.2: Buracos de escapatória de larvas**

Fonte: Kaminski (2018c: 15).



**Fig. 4.3: Ataque por fungos**

Fonte: Kaminski (2018c: 19).

(iii) *Decadências por ataque de térmitas* – as térmitas são uma espécie de insetos que vive em colônias e se alimenta de matérias vegetais. Como os besouros, também são atraídos pelo amido do bambu. Podem, num curto período de tempo, causar grandes estragos nos colmos de bambu não-tratados ou em contacto direto com o solo.



**Fig. 4.4: Térmitas subterrâneas**

Fonte: Kaminski (2018c: 17).

## 4.6 Tratamento

Já se referenciou previamente a importância do processo de preservação dos colmos para garantir estruturas de bambu duradouras. Existem dois principais métodos de tratamento: naturais ou por via de conservantes.

### 4.6.1 Métodos naturais

Estes métodos são simples e na sua maioria usados nas zonas rurais de PBR. (i) *A secagem por evaporação* é a forma mais sustentável da cura do bambu. O processo é efetuado no local do plantio,

após o corte do colmo, sem necessidade de retirar as folhas e os ramos. O colmo é posicionado e armazenado verticalmente num lugar seco e no mínimo por quatro semanas. São depois retiradas as folhas e os ramos secos. Depois desta operação, os colmos são colocados num espaço coberto com uma boa ventilação e expostos ao sol para secar por mais algum tempo (Minke, 2016: 17). (ii) A *cura por fumaça* é feita ao se introduzir o colmo de bambu num forno, por um período de oito a doze horas, com fogo baixo. Usam-se folhas húmidas e ramos frescos como combustível para a produção de grandes quantidades de fumo. (iii) A *cura por terra*, de acordo com Chawdury (1992), citado por Minke (2016), é um método simples e comum em zonas rurais, como em algumas regiões de Bangladesh. Os colmos são enterrados na terra lamacenta durante algumas semanas, de forma a sequestrar o amido (Minke, 2016: 18). (iv) A *cura por imersão em água* consiste em mergulhar colmos de bambu na água, durante duas a oito semanas, a fim de eliminar uma parte do amido (Kaminski, 2018c: 27).



**Fig. 4.5: Imersão em água**  
Fonte: Kaminski, (2018c: 17).

#### **4.6.2 Métodos por conservantes**

Os conservantes são componentes químicos tóxicos. Apesar de terem maior eficiência em relação a tratamentos naturais, apresentam um maior risco ambiental, para a saúde e para a segurança humana. Ao selecionar o método por via de conservantes é importante considerar os seguintes aspetos: a quantidade do bambu a ser tratado; a disponibilidade das infraestruturas de tratamento; a disponibilidade dos químicos; a disponibilidade financeira; saber se é para um uso interno ou externo; conhecer qualquer legislação específica do país em relação ao uso do bambu como material de construção; as espécies do bambu, visto que algumas são mais fáceis de tratar em relação a outras; a distância entre o local da colheita e o local de tratamento (alguns tipos de tratamentos exigem que o bambu esteja fresco); a efetividade do tipo de tratamento; se os químicos afetam a estrutura do bambu ou qualquer fixação de metal (quando aplicável); e o grau de toxicidade dos químicos para os humanos e para o meio ambiente durante toda a vida útil do bambu (Kaminski,

Lawrence, Trujillo e King, 2016: 42-43). Os dois principais tratamentos por via de conservantes são feitos à base de boro ou de cobre.

(i) *Tratamento à base de boro* – para além de ser utilizado há muitos anos, considera-se o tratamento por via de boro como o mais adequado devido às suas propriedades fungicidas e inseticidas. A sua toxicidade em humanos pode manifestar-se sob a forma de irritação na pele e nos olhos. Quando é ingerido torna-se moderadamente tóxico. Mesmo assim, o bambu tratado com boro é seguro de se tocar. O seu modo de aplicação é simples e eficaz. Basta misturá-lo com água na proporção recomendada. Uma porção preparada pode ser reutilizada múltiplas vezes (Kaminski, Lawrence, Trujillo e King 2016: 41-42). Os produtos de bambu tratados em boro devem estar colocados em lugares fechados e protegidos da água da chuva e dos raios solares. Seguindo estas medidas, os elementos em bambu tratados podem ter uma vida útil de até trinta anos, como iremos ver mais adiante.

(ii) *Tratamentos à base de cobre* – as soluções de cobre, ao contrário das preparações de boro, fixam-se melhor nos colmos dos bambus, tornando-os muito eficientes contra fungos, térmitas e besouros. Porém, é preferível evitar a queima do bambu no fim da sua vida útil. Ele poderá efetivamente libertar químicos nocivos para a saúde humana e para o ambiente. Por outro lado, os conservantes à base de cobre podem também ser corrosivos ao aço. Consequentemente, a utilização de aço galvanizado deve ter isto em conta. No geral, os tratamentos à base de cobre são mais caros que os tratamentos à base de boro, por serem tratados a pressão semi-industrial e secados na sua maioria das vezes em estufas (Kaminski, Lawrence, Trujillo e King, 2016: 42-43). De referir que a *preservação por imersão* é considerado o método mais simples e menos dispendioso do tratamento por via de conservantes, seja à base de cobre, de boro ou de qualquer outra solução química de imunização. Este método consiste em deixar colmos frescos de bambu imersos numa das soluções químicas acima referidas. No caso do uso de uma solução à base do boro, Minke (2016) sugere que a via mais barata e menos tóxica de todas é a imersão dos colmos do bambu em pontaborado, que consiste em 5% de bórax e 5% de ácido bórico numa solução aquosa. Outra proposta, sugerida pelo *National Centre for the study of Guadua and Bamboo*, na Colômbia, recomenda o uso de 2 kg de ácido bórico e 1 kg de bórax por 100 litros de água. No que diz respeito ao tempo de cura, em caso de imersão de colmos inteiros, este pode levar entre dez e catorze dias, ao contrário de colmos divididos que necessitam de apenas uma semana (Minke, 2016: 19).

Contudo, Kaminski, Lawrence, Trujillo e King (2016: 42) argumenta que para garantir uma melhor eficácia do tratamento deve-se usar colmos frescos (até sete dias após a sua colheita) e, de forma a evitar que as paredes se fechem, deve-se perfurar o diafragma nodal do colmo, para permitir também que o líquido flua facilmente nos entrenós. Em caso de perfuração longitudinal é importante evitar ao máximo a perfuração em linha reta, correndo o risco de ocasionar uma fenda no colmo. O

autor sugere também que se pode atravessar todos os entrenós com uma barra de ferro, com exceção do último que só se perfura no final do processo para drenar a solução. Por último, devem-se armazenar os colmos na vertical, por um período mínimo de mais de uma semana, de modo a permitir que a solução se espalhe através do colmo (Minke, 2016: 19).



**Fig. 4.6: Imersão em boro**  
 Fonte: Kaminski (2018c: 42).

## 4.7 Armazenamento

O bambu é um material que absorve água com muita facilidade. Quando isto acontece, existem fortes probabilidades de que a sua casca aumente de volume e de que a sua capacidade mecânica fique reduzida. É então importante que o armazenamento seja feito em locais protegidos da chuva e dos raios solares, com uma boa ventilação (Minke, 2016: 20). Se se garantir o cumprimento de todas estas recomendações de preservação do bambu, será possível prolongar a vida útil do bambu até mais de 30 anos, como ilustra o seguinte quadro.

**Quadro 4.4: Tempo aproximado da vida útil do bambu tratado e não-tratado, tendo em conta regiões de clima quente e húmido (susceptíveis ao ataque de térmitas, besouros e fungos)**

| Uso                            | Não-tratado | Tratamento com boro | Tratamento com conservantes fixos |
|--------------------------------|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| Interno                        | 2 - 6 anos  | ≥ 30 anos           | ≥ 30 anos                         |
| Externo acima do solo          | 0,4-5 anos  | 2 -15 Anos          | ≥ 30 anos                         |
| Externo em contacto com o solo | < 0,5 anos  | < 1 Ano             | ≥ 15 anos                         |

Fonte: Kaminski, Lawrence, Trujillo e King (2016: 40).

No quadro 4.4 é possível observar que o método de preservação mais eficiente é o que usa conservantes fixos (cobre). Contudo, nota-se que, mesmo que o bambu seja tratado, se exposto ao

ar livre irá sofrer decadência e principalmente se estiver em contacto com o solo. Este aspeto é notável no caso do bambu não-tratado usado em espaços interiores. Ele poderá viver até mais seis anos do que viveria caso estivesse em contacto com o solo. Neste último caso o bambu resiste menos de um ano. Segundo Kaminski, Lawrence, Trujillo e King (2016), estes resultados são baseados em testes limitados, efetuados usando conservantes fixos em bambu e em evidências de testes em madeira, dado que ainda não está confirmado se, quando exposto à chuva, o bambu corre o risco de fendilhar mais.

## 4.8 Ferramentas

No planeamento de qualquer tipo de infraestrutura é fundamental a análise prévia e a preparação de todas as ferramentas necessárias ao manuseamento dos materiais de construção escolhidos. No caso do bambu, para que a estrutura seja estável e duradoura, a seleção de ferramentas exigida é maior que nos casos de uso de madeira ou até mesmo de cimento, como ilustrado na figura 4.7.

| Ferramentas  | Descrição  |
|--|--|
| <p>Serrote metálico</p>                           | <p>É o mais adequado para o corte do bambu por ter a camada externa muito rija. É recomendado o uso de um serrote de cortar metal, ao invés de um serrote de cortar madeira, uma vez que este último se desgasta rapidamente.</p>  |
| <p>Berbequim/broca + Serra circular metálica</p>  | <p>O uso de um berbequim elétrico é recomendado para fazer orifícios ou cortes de conexão perfeitos, sem fendilhar o colmo do bambu. Os orifícios devem ser feitos a alta velocidade e com pouca pressão devido ao facto de as canas do bambu serem compostas de fibras longitudinais. A outra técnica para evitar fendas é queimar a casca do bambu usando uma barra de ferro quente.</p> |

|   |  |
|---|--|
| <p>Machadinha, formão, catana,<br/>Instrumento especial e formão/afiadora</p>  | <p>As machadinhas, e catanas devem estar bem afiadas, para mais facilmente rachar o bambu, que posteriormente servirá para a produção de pranchas. Relativamente ao instrumento especial, foi desenvolvido para rachar o bambu eficazmente. Formão e/ou afiadora, conhecido por <i>plainer</i> em inglês, usa-se para remover os nós e/ou nivelar tiras do bambu que podem servir para a produção de pavimento principalmente em casas tradicionais.</p> |
| <p>Martelo, alicate universal</p>   | <p>Usos diversos, como pregar pinos de madeira e/ou pregos de aço. O alicate universal pode ser usado para dobrar ou cortar arames galvanizados, entre outras funções.</p>   |

**Fig. 4.7: Ferramentas para o manuseamento do bambu**

Fonte: adaptado de Minke (2016: 37-39).

## 4.9 Conexões

O bambu é uma espécie de “tubo vegetal”. As suas fibras estão alinhadas longitudinalmente. Ele tem, devido a esta característica, a tendência para se fendilhar com facilidade, tornando-o exigente nas conexões entre os elementos estruturais. No entanto, as conexões entre os elementos construtivos são o principal fator a determinar a durabilidade, a estabilidade e a resistência de uma estrutura com diferentes tipos de carga (Minke, 2016: 41). É possível distinguir dois tipos de conexões e dois tipos de corte, *convencional* e *tradicional*, e *fishmouth* e *flute tip*, em inglês, respetivamente, que podem garantir a robustez de uma estrutura se bem aplicados.

### 4.9.1 Conexão convencional

São consideradas conexões convencionais todas aquelas que usam materiais de construção modernos, como parafusos, pregos, cordas de nylon, barras de ferro enroscado e respetivas porcas, arame galvanizado e elementos metálicos especiais. Como já se referenciou, o bambu é composto por separações de fibras longitudinais (com a exceção dos seus nós). Por esta razão, não é recomendável que se pregue ou aparafuse os entrenós sem perfurar antes o colmo com uma broca de ferro circular ou uma barra de ferro quente. A utilização destas ferramentas para criar o orifício implica muita precisão e pressão no local onde se pretende perfurar. Deve-se também considerar as

questões dos diâmetros, dos espaçamentos e do local das perfurações. Para o primeiro aspeto, o diâmetro dos orifícios deve ser pelo menos 1,5 mm maior que o elemento conector que se pretende inserir. Quanto ao espaçamento, recomenda-se que as distâncias entre os parafusos não sejam menores que 150 mm, nem excedam os 250 mm. Para casos de uniões submetidas a grandes cargas, os espaçamentos não podem ser menores que 100 mm. Relativamente à posição dos furos, principalmente para conexões usando barra de ferro, estes últimos não devem estar alinhados em entrenós. Deve-se também evitar furos e a colocação de parafusos ou pregos na extremidade do colmo, pois o risco de fendilhar é maior (Minke, 2016: 41). Em relação as conexões convencionais, um aspeto importante a considerar é o facto de os conectores metálicos serem suscetíveis a oxidação. Ao usá-los, deve-se certificar de que são de inox, galvanizados ou de que foram submetidos a um tratamento anticorrosivo.



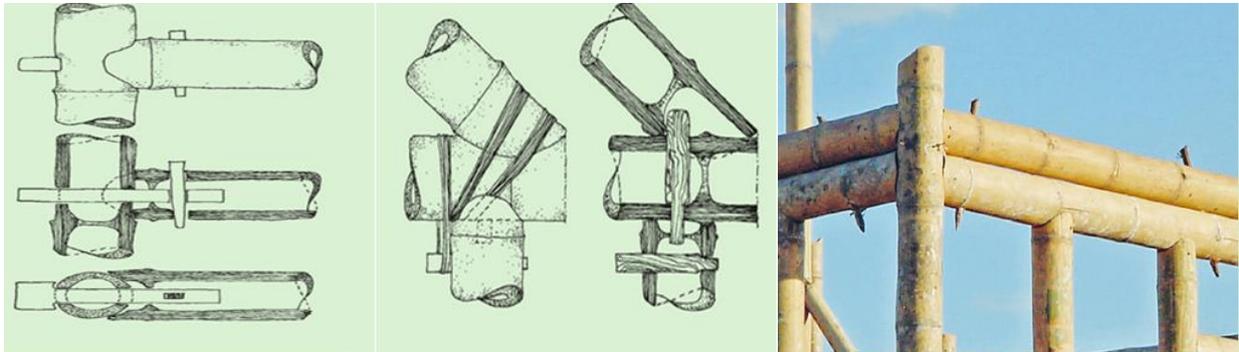
**Fig. 4.8: Exemplo de técnicas de conexão convencionais**  
Fonte: Minke (2016: 42-46).

**Fig. 4.9: Metal oxidado**  
Fonte: Minke (2016: 45).

#### 4.9.2 Conexões tradicionais

Também conhecidas por naturais, elas não necessitam de tecnologias modernas para a sua produção. Incluem pinos de madeira, lianas, fibras vegetais ou couro humedecido, que se vão apertando à medida que secam. É importante referir que questões sobre a eficácia e a sustentabilidade deste tipo de conexões, em relação a conexões convencionais, originaram discussões entre diferentes académicos. Alguns defendem que as conexões tradicionais são melhores por serem eficazes e de baixo custo. Elas também têm uma pegada ecológica baixa, para além de serem mais adequadas a projetos de construção sustentável. Minke (2016: 41), por exemplo, recomenda uma conexão eficaz, feita com pino de “chonta” – uma palmeira muito dura, resistente a térmitas, a raios solares, a humidade, assim como a micro-organismos. A figura 4.11 demonstra o uso de pinos como conectores entre colmos paralelos para criar uma viga forte. Segundo o autor, esta técnica garante uma ótima transferência de forças. Por outro lado, em conversa com Kaminski (8 de Junho de 2020), este defendeu que, para que a construção seja

resistente, deve-se evitar o uso de pinos de madeira e optar antes por conectores metálicos, pois o pino de madeira pode entrar em contacto com humidade e facilmente aumentar e/ou reduzir o volume, afetando assim a resistência de toda a estrutura.

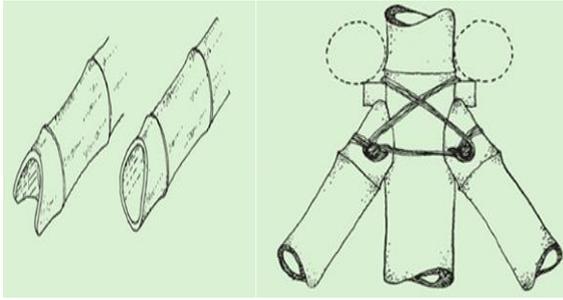


**Fig. 4.10: Técnicas de conexão tradicional**  
Fonte: Minke (2016: 42).

**Fig. 4.11: Conexão com pinos de madeira**  
Fonte: Minke (2016: 43).

## 4.10 Cortes

O tipo de cortes é outro aspeto importante a considerar quando se trata de uniões perfeitas entre os colmos de bambu, pois o contacto preciso entre eles é crucial para o balanço das forças transferidas. Na figura 4.13 pode-se observar a ausência de contacto suficiente entre os colmos, ocasionando uma transferência de força para os parafusos. Se a conexão for submetida a altas cargas, os parafusos podem chegar a dividir os colmos. A importância de cortes perfeitos, para contactos eficientes, ganha todo o seu sentido nestas situações. Para que o contacto entre os colmos do bambu seja completo, distinguem-se dois tipos de corte: *fish mouth e flute tip*, em inglês. O primeiro, como o nome sugere, tem um formato idêntico a uma boca de peixe e é feito na posição perpendicular. O segundo corte tem o formato da ponta de uma flauta e é mais usado em casos de conexões inclinadas (Minke, 2016: 41). Contudo, importa realçar que, mesmo seguindo as boas práticas de conexão, não existe garantia de que o colmo do bambu não sofra qualquer tipo de fissura ou divisão. Este problema pode ser causado também por outros fatores, como a falta de equilíbrio do teor de humidade ou o excesso de carga. Estes elementos podem igualmente causar uma fenda ou uma divisão por completo do colmo do bambu. Quando este fenómeno ocorre, recomenda-se que os elementos de construção, como pilares e/ou vigas, sejam agrupados em dois a quatro colmos simples, pois verificou-se que o agrupamento de colmos reduz a vulnerabilidade dos colmos, para além de tornar a estrutura mais robusta.



**Fig. 4.12: Corte fishmouth e flute tip**  
Fonte: Minke (2016: 42).



**Fig. 4.13: Conexão não-simétrica entre os colmos**  
Fonte: Minke (2016: 31).

Em conclusão, pode-se dizer que a decadência do bambu pode ser ocasionada por ataques de insetos e fungos (devido ao elevado teor de amido e de humidade no bambu), pela potencial ausência de toxina, mau armazenamento ou falta de tratamento. Estes ataques são responsáveis pelo rápido deterioramento do bambu e conseqüentemente pela perda das suas propriedades físicas e mecânicas. É então imprescindível dar importância ao tratamento, seja para projetos formais ou informais. Contudo, é importante ter em mente que todos os tipos de tratamento acima mencionados têm limitações quanto à eficácia. Assim sendo, para prolongar a vida útil do bambu, é importante protegê-lo, sempre que possível, das exposições a água da chuva e aos raios solares. Seguindo estas recomendações, o bambu pode viver até trinta ou mais anos, como se viu anteriormente. De todos os tratamentos existentes, considera-se a imersão à base do boro a mais adequada, devido à disponibilidade deste, à sua eficácia, ao baixo custo e ao baixo nível de intoxicação tanto para o Homem como para o meio ambiente, além de ser de fácil manuseamento.

#### **4.11 Desafios do uso do bambu na construção**

Após a revisão bibliográfica acerca do bambu e o estudo das suas potenciais aplicações na construção, chegou-se à conclusão de que o bambu é um material adequado para construções ecológicas e sustentáveis. A sua disponibilidade e as suas propriedades mecânicas trazem-lhe grandes vantagens sociais e ambientais. Porém, ele apresenta também algumas desvantagens em comparação com outros materiais de construção, como a sua durabilidade, a ausência de um código de construção e de padronização. O bambu é também considerado, na construção, como um material pouco nobre e usado principalmente por pessoas humildes, contrariamente à madeira.

Em relação à questão da (i) *durabilidade*, o bambu é menos resistente que materiais de construção convencionais e também alguns tradicionais, como o cimento, o aço ou ainda a madeira e paus redondos. Efetivamente, se ele não for devidamente tratado e protegido da humidade, do sol, dos fungos e dos insetos, apresentará menor resistência ao tempo;

(ii) *ausência de codificação* – por sofrer restrições na codificação, o bambu ainda não faz parte da lista de materiais de construção de padrão internacional. A maior parte dos países ainda vê o bambu como uma espécie exótica de países tropicais usada como material de construção de habitações rudimentares, ou então como material de cabanas luxuosas de destinos turísticos tropicais. Ainda não foi possível considerá-lo uma alternativa contemporânea de material de construção resistente e sustentável;

(iii) *tabu* – a sua imagem de material menos nobre, em regiões como a América latina e África, pode fazer com que não seja tão utilizado em projetos de construção;

(iv) *prática de construção* – o bambu, ao contrário de materiais de construção modernos, exige conhecimentos técnicos profundos para saber como usá-lo devidamente. Estes conhecimentos encontram-se infelizmente apenas em países de maior ocorrência do bambu;

(v) *desperdício* – a maioria das construções exige que o colmo do bambu seja reto, contudo, a maioria dos caules não cresce totalmente reto;

(vi) *diversidade de ferramentas* – a diversidade de ferramentas de trabalho para o seu manuseamento é superior à de instrumentos usados em trabalhos com madeira ou com outros materiais de construção mais convencionais;

(vii) *licenças* – devido à ausência de regulamentações internacionais oficiais, existem dificuldades na obtenção de licenças de construção (Minke, 2016: 29);

(viii) *combinação com outros materiais* – para evitar ataques de insetos e fungos, é recomendado o uso do bambu em combinação com outros materiais de construção mais modernos. Por exemplo, recomenda-se sobrepor o bambu a uma base metálica e/ou embutir paus ou postes de madeira de diâmetro menor, de forma a fortificá-lo e/ou evitar o contacto direto com o solo, ou então usar técnicas mais desenvolvidas como se viu em exemplos anteriores;

(ix) *conexões* – de lembrar que as conexões desempenham um papel fundamental na estabilidade e na resistência de estruturas em bambu. No entanto, qualquer corte efetuado no colmo do bambu pode afetar as suas fibras e conseqüentemente reduzir as suas propriedades mecânicas. É então muito importante seguir as boas práticas de corte, de conexão e de uso de ferramentas adequadas ao bambu;

(x) *problemas acústicos* – as casas em bambu podem ter problemas acústicos devido às suas paredes finas e ocas. Contrariamente a casas feitas em paredes de blocos de cimento, por exemplo, o bambu pode, infelizmente, permitir que os sons interno e externo circulem livremente entre os compartimentos da casa.

## **Parâmetros para a construção de uma habitação sustentável e resiliente**

Para a elaboração de um protótipo de habitação em bambu adequado, sustentável e resiliente às exigências do clima local, é importante levar em consideração diferentes parâmetros que ir-se-á expor em seguida. Neste capítulo, pretende-se também abordar mais em detalhe questões sobre a arquitetura sustentável. discutir-se-ão critérios para que uma infraestrutura seja considerada sustentável para além de se estudar em pormenor a arquitetura tradicional em Moçambique, a sua origem e evolução, os tipos de materiais usados e o tempo de construção. Por último, ir-se-á apresentar parâmetros para a resiliência de infraestruturas a ciclones. Estes critérios servirão de base para a elaboração do protótipo de habitação.

### **5.1 Arquitetura sustentável**

A sustentabilidade é um tema vasto e complexo. vai-se Limitar aqui apenas a explorar a sustentabilidade na sua relação com a construção. Ver-se-á que o conceito de sustentabilidade implica a redução do consumo excessivo de recursos naturais não-renováveis e/ou de lenta renovação. Estas ações serão fulcrais para garantir o bem-estar das futuras gerações e a sobrevivência do nosso planeta.

Wines define uma habitação sustentável como um conjunto de abrigos em forma de cavernas que passava de uma geração para a outra sem comprometer o ecossistema. Mais tarde, a arquitetura sustentável passou a considerar novas tecnologias, a privilegiar o uso de materiais locais capazes de responder às exigências do clima local e à topografia (Wines, 2000: 20). Neste contexto, o autor resume os parâmetros da arquitetura sustentável da seguinte forma: adequação dos projetos à topografia, ao clima e à cultura local; durabilidade e estética dos edifícios; uso racional de recursos hídricos; tratamento adequado de esgotos e de resíduos orgânicos; aproveitamento sustentável e uso eficiente de energia; uso de materiais de construção disponíveis localmente não-tóxicos, recicláveis e pouco processados; uso de tecnologias de construção tradicionais; aproveitamento e descarte final adequado dos resíduos de construção (em casos de demolição). Para o autor, a interdependência entre *durabilidade* e *estética* são os critérios que mais contribuem para o conceito de arquitetura sustentável. Para apoiar o seu argumento, Wines dá o exemplo das pirâmides do Egipto e da sua incrível capacidade de resistir ao tempo e aos eventos climáticos. Para o autor, esta

durabilidade está diretamente associada à fusão entre a natureza e a arte. Acrescenta que a preservação depende inteiramente de fatores ecológicos e estéticos. Um outro exemplo notável da relação entre a estética e a durabilidade são os detalhes arquitetónicos das cavernas e das suas infraestruturas subterrâneas. Pode-se aqui citar os exemplos de *Fresco covered* – uma caverna de uma igreja da Capadócia, na Turquia, as vilas subterrâneas de Shensi e Kansu, na China, ou da região de Malmata, na Tunísia (Ribeiro-Malema, 2015: 39-40).

Por outro lado, Wines é da opinião que a arquitetura contemporânea, ao contrário da arquitetura antiga, está preocupada com o formalismo e a implementação de novas tecnologias de construção, ignorando totalmente as suas responsabilidades para com a ecologia e a sustentabilidade. O autor argumenta também que, embora existam vários edifícios modernos “verdes” admiráveis, repletos de recursos não-prejudiciais ao meio ambiente, estes não conhecem o significado de durabilidade, muito menos demonstram aspetos de valor estético. O autor ainda acrescenta que por mais que uma infraestrutura use materiais de construção renováveis, se ela não apresentar nenhum sinal de estética ou durabilidade, perderá o seu valor de sustentabilidade. Por outro lado, de acordo com um manual de boas práticas, “Na definição formal das construções, sejam elas edifícios ou obras infra-estruturais não são determinantes apenas os parâmetros técnicos e económicos, mas também os sociais. Entre estes têm assumido importância crescente os fatores da segurança contra a intrusão e/ou a sabotagem, que nada têm a ver com as condições de sustentabilidade ecológica, mas que a podem fortemente condicionar. Na habitabilidade de um edifício há que ter em conta ainda outros fatores de ordem social, como por exemplo a necessidade de privacidade visual e acústica, que não são sempre diretamente relacionáveis com as condições de conforto ambiental, mas que podem afectá-las negativamente” (Guedes (Coord.), 2011: 26-27). Com isto, pretende-se acrescentar que quanto menor a integração social, uso de tecnologia ambiental, conservação de recursos, consideração de aspetos estéticos, de durabilidade e segurança, menores as probabilidades de a arquitetura sustentável sobreviver (Wines, 2000: 18).

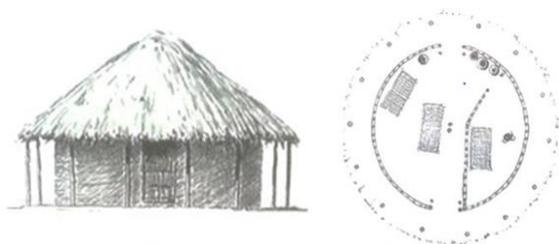
## **5.2 Características da arquitetura tradicional em Moçambique**

Antes da ocupação europeia os tipos de habitação em Moçambique e em África no geral, eram diferentes dos atuais. A ocupação do espaço físico para a edificação de infraestruturas estava diretamente associada ao número de agregados familiares, aos seus bens e à sua condição financeira. A prática da cultura de poligamia, por exemplo, levou à adoção de uma habitação unifamiliar composta por vários edifícios pertencentes a cada uma das esposas, distribuídos por um quintal circular delimitado por uma vedação de acordo com Menezes (2001: 63), como citado por

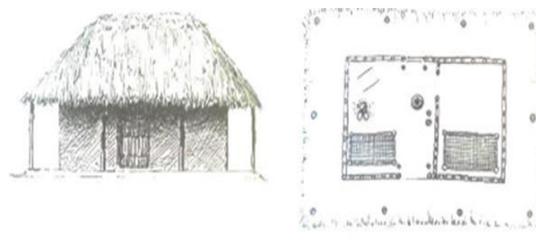
Ribeiro-Malema (2015: 39). Os edifícios eram também dispostos por ordem hierárquica da família. Neste caso, o edifício principal era destinado ao chefe de família e à sua primeira esposa. A seguir vinham os edifícios destinados às outras esposas, filhos casados e hóspedes e por último o edifício dos rapazes e raparigas adolescentes, separados por género (Ribeiro-Malema, 2015: 43).

Segundo Bruschi, et al. (2005: 29), como citado por Ribeiro-Malema (2015: 41), até finais do séc. XIV, a arquitetura moçambicana era caracterizada por dois tipos de casas, sendo o primeiro casas cilíndricas com cobertura cónica – com um diâmetro maior que a altura, e normalmente composta por uma varanda ao seu redor - e o segundo tipo uma evolução do primeiro e o mais difundido pelo país. Foi influenciado pela cultura arquitetónica islâmica, trazida pelos comerciantes árabes provenientes da bacia do Mediterrâneo e da Península Arábica, através dos mercados muçulmanos da costa africana, como referido por Menezes (2001: 61), citado por Ribeiro-Malema (2015: 41). Estas construções caracterizam-se pela sua forma retangular com cobertura de “duas águas”, segundo Bruschi, et al. (2005: 3), como citado por Ribeiro-Malema (2015: 39). Nos dois casos, os materiais de construção utilizados incluem paus redondos, bambu, terra e/ou argila e pedras. As paredes são feitas com uma estrutura em pau-a-pique com uma cobertura em capim ou folhas de palmeiras (Ribeiro-Malema, 2015: 39-43). Por questões de segurança, os quintais eram vedados com paus afiados ou arbustos espinhosos (Ribeiro-Malema, 2015: 47).

A maior parte das habitações tradicionais atuais e/ou informais são compostas por um edifício principal, com uma sala de estar e dois a três quartos de dormir, e por edifícios secundários para a cozinha, latrina e casa de banho (separados entre si e do edifício principal por questões culturais e por falta de provisão de serviços básicos, como água corrente, eletricidade e/ou gás). É importante salientar que o espaço exterior (o quintal) é de extrema importância na cultura moçambicana e africana de um modo geral, por ser o lugar onde se realizam boa parte das atividades sociais. O edifício principal, na sua maioria, serve apenas como um dormitório e como proteção contra elementos externos.



**Fig. 5.1: Palhota circular com cobertura cónica**  
Fonte: Ribeiro-Malema (2015: 44).



**Fig. 5.2: Palhota retangular com cobertura de 4 águas**  
Fonte: Ribeiro-Malema (2015: 48).

### 5.2.1 Tempo e custo de construção

A maior parte das habitações unifamiliares em Moçambique são construídas de forma espontânea e evolutiva devido às condições financeiras de cada agregado familiar e, por vezes, também devido à escassez de material de construção. São na maioria construídas por membros da família ou por um construtor, também chamado de “mestre-de-obras”, geralmente não-licenciado, mas com experiência na área. Ao longo do tempo, as casas vão sofrendo alterações consoante as necessidades de cada agregado familiar, do dinheiro e do material de construção disponível. As obras mais frequentemente realizadas são a substituição de paredes de caniço por blocos maciços de terra e/ou cimento, a reposição da latrina e a construção de um novo quarto de dormir. Estes aspetos tornam difícil calcular o tempo e o custo de construção de uma habitação informal em Moçambique. Contudo, segundo o Banco Mundial, em 2017 o custo de construção de uma casa convencional em Maputo podia variar entre 10 e 145 mil meticais, o correspondente a entre 119 e 1 726 euros por m<sup>2</sup>, enquanto as casas tradicionais variavam entre 3 e 41 mil meticais<sup>4</sup>, o correspondente a entre 35 e 490 euros por m<sup>2</sup> (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018: 58).

De forma resumida, o tipo de arquitetura predominante em Moçambique é tradicional e caracterizado pelo uso de material de construção disponível localmente. Ele é também de baixo custo, de transmissão oral e espontânea, de regime de autoconstrução (não necessita de nenhum especialista certificado para a sua edificação), informal, simples e fácil de reproduzir.

### **5.3 Resiliência de infraestruturas a ventos fortes**

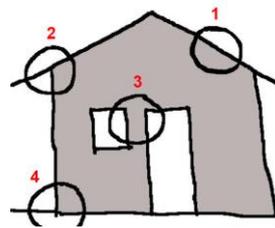
No que toca a resiliência, o Plano Diretor 2017-2030 como anteriormente referido, recomenda às comunidades moçambicanas, principalmente a nível provincial e distrital, que os seus meios de sobrevivência e as suas infraestruturas estejam preparados para enfrentar os efeitos de alterações climáticas. As comunidades de Búzi devem, em particular, ser direcionadas para enfrentar ventos fortes e inundações, visto aquela região ser propensa a este tipo de eventos, como confirmado pela *Avaliação Rápida de Moçambique - distrito de Búzi* (2019: 1). Efetivamente, com a passagem do ciclone Idai, grande parte do distrito sofreu grandes danos, provocados tanto pelo vento como pelas inundações. Como consequência, grande parte das casas (75%) ficou submersa por pelo menos uma semana. Na visita da Diretora executiva do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat) a Moçambique, Maimunah Sharif voltou a lembrar a importância da população e dos seus meios de sobrevivência estarem preparados para os efeitos de alterações

---

<sup>4</sup> Moeda moçambicana (MZN)

climáticas, argumentando que “a construção de infraestruturas resilientes às alterações climáticas é a forma mais eficaz de reduzir os riscos futuros” (“ONU promove parcerias para construir infraestruturas resilientes em Moçambique”, 2019).

Para reduzir o impacto de ventos fortes sobre as infraestruturas, principalmente as tradicionais, é necessário introduzir novas técnicas de construção e “não se opor à resistência dos ventos”, como sugerido por Feuerhake (2007). Neste contexto, os parâmetros mais relevantes para uma estrutura resiliente a ventos fortes são: forma geométrica, fundação, paredes e vãos, inclinação e a forma da cobertura e conexões, entre outros elementos construtivos. As partes mais afetadas de uma estrutura, na ocorrência de ciclones, são as fundações, as paredes, a cobertura, as portas e as janelas (Feuerhake, 2007: 10).



**Fig. 5.3: As partes mais vulneráveis a ventos de uma estrutura - 1 cobertura; 2 paredes; 3 vãos e 4 fundação**  
Fonte: Feuerhake (2007: 10).

### 5.3.1 Forma geométrica

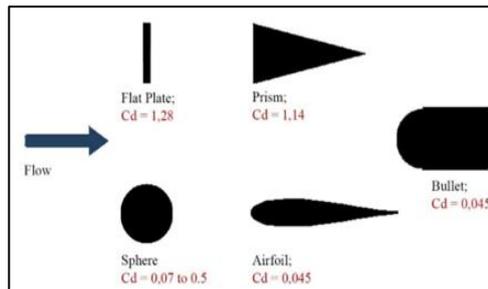
A forma geométrica de uma estrutura pode influenciar o comportamento do fluxo do vento. É por esta razão que é importante ter uma perfeita compreensão dos princípios básicos da aerodinâmica. Segundo D. Bulhões, V. Rato e M. C. Guedes (2017: 94), o objetivo do estudo da aerodinâmica, no que toca a questões de formas geométricas de estruturas, é de minimizar o impacto da pressão do vento sobre essa estrutura. Os engenheiros em aerodinâmica usam, por exemplo, o *coeficiente de resistência aerodinâmica* para representar o comportamento de diferentes formas geométricas ao fluxo do ar e, ao mesmo tempo, projetar geometrias aerodinâmicas eficazes. Segundo os autores, quanto menor for aquele coeficiente melhor será o fluxo de vento. O coeficiente de resistência aerodinâmica é então geralmente determinado experimentalmente e está relacionado à equação:

$$cd \cdot P \cdot \frac{V^2}{2} \cdot A$$

onde;  $D = Drag [N]$  – arrasto;  $CD =$

*Drag Coefficient* – coeficiente de resistência aerodinâmica;  $V = Wind speed [m/s]$  –

*Velocidade do Vento*;  $A = Frontal area [m^2]$ ;  $[\rho] = Air density [kg/m^3]$  – densidade da área.



**Fig. 5.4: Valores de coeficiente de resistência aerodinâmica de acordo com diferentes formas geométricas. Todos os objetos têm a mesma área frontal**

Fonte: D. Bulhões, V. Rato e M. C. Guedes (2017: 94) citado em Kennicutt et al. (2014).

De acordo com a figura 5.4, que mostra os resultados obtidos nas diferentes formas geométricas, pode-se verificar que as formas *bullet* e *airfoil* (em inglês) são as que têm maior eficiência no fluxo do ar, ambas com 0,045. A que tem menos eficiência é a forma geométrica *flat plate* (em inglês) com o valor de 1,28. Se se comparar as figuras *flat plate* e *prism* (em inglês) em relação às restantes figuras, pode-se observar que quanto mais plana for a forma geométrica, menor eficácia terá ao fluxo de ar. De facto, segundo as recomendações da UN-habitat, as formas de construção que melhor enfrentam a pressão do ar dos ventos são as compactas e simétricas (Feuerhake 2007: 7).



**Fig. 5.5: Formas de construção que melhor respondem ao fluxo do ar**

Fonte: Feuerhake (2007: 7).

### 5.3.2 Fundações

A maioria das casas tradicionais, ao contrário das convencionais, é mais leve. É então fundamental que a fundação das casas esteja bem assente no solo e que as paredes sejam bem conectadas à fundação, para evitar que a estrutura seja arrastada em caso de ventos fortes. Se a fundação da estrutura for feita em postes de madeira, é recomendado que estes fiquem conectados a estacas posicionadas diagonalmente e ancoradas no solo com ferros chumbados no betão de fundação, como ilustra a fig. 5.6 (Feuerhake, 2007: 25).

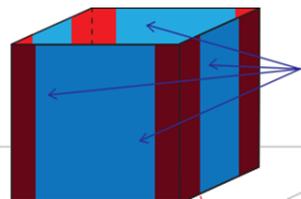


**Fig. 5.6: Fundação em poste de madeira**  
Fonte: Feuerhake (2007: 25).

### 5.3.3 Paredes e vãos

(i) *Paredes* - o tipo de paredes (fechadas ou semifechadas) pode influenciar o comportamento da estrutura e a sua resistência a ventos fortes. Por exemplo, nos edifícios fechados, o impacto do vento induz tensão sobre as paredes. À medida que a tensão é distribuída, a pressão age contra as paredes de barlavento e sotavento. No entanto, devido à dupla pressão sobre as paredes, a cobertura da estrutura também sofre tensão (Simiu, 2011: 10). Em contrapartida, nas estruturas parcialmente fechadas, a pressão do vento é menor e o ar flui livremente;

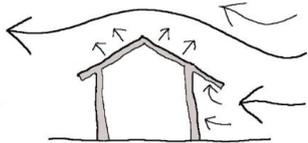
(ii) *Vãos* – na ocorrência de um ciclone, é inevitável que o vento entre numa estrutura. Como já se referenciou previamente, as paredes estão sujeitas a uma dupla pressão (externa e interna), o que resulta numa pressão sobre toda a estrutura. É neste sentido que se deve dar importância aos vãos de uma construção. Para que as paredes possam responder efetivamente à pressão dos ventos, as estruturas devem ter vãos em fachadas opostas, de forma a que o ar que vem de fora empurre o ar acumulado dentro do edifício e possa, desta forma, diminuir a pressão do ar nas paredes e na cobertura (Feuerhake, 2007: 09).



**Fig. 5.7: Pressão do vento sobre as paredes**  
 Fonte: Kaminski (2018a: 10).



**Fig. 5.8: Grelhas que permitem a boa circulação do ar**  
 Fonte: Kaminski (2018a: 10).



**Fig. 5.9: Pressão do vento sobre estrutura fechada**  
 Fonte: Feuerhake (2007: 8).



**Fig. 5.10: Pressão do vento sobre uma estrutura com apenas um vão**  
 Fonte: Feuerhake (2007: 9).

### 5.3.4 Coberturas

A forma geométrica, o ângulo de inclinação e os beirais de uma cobertura podem influenciar o comportamento da estrutura na resistência à pressão do vento. As formas geométricas menos eficazes à pressão do vento foram identificadas como sendo as de “uma e duas águas” em comparação às formas de “quatro águas” e cônica (Feuerhake, 2007: 11). Quanto aos ângulos de inclinação que reduzem a pressão do vento sobre as coberturas, eles variam entre 30 e 40° (Kaminski, 2018a: 11), 30 a 45° (Feuerhake, 2007: 12) e/ou todos os ângulos abaixo de 45° (Simiu, 2011: 14). Relativamente às saliências das coberturas, estas mesmas devem ser minimizadas tanto quanto possível, pois, na ocorrência de ventos fortes, a probabilidade de toda a cobertura ser arrancada é maior. Para a redução da pressão do vento é também determinante que os beirais não ultrapassem a medida de 50 cm (Kaminski, 2018a: 4).

### 5.3.5 Conexões

As conexões são outro fator não menos importante. Para garantir a resistência das infraestruturas, principalmente nas construções tradicionais, é importante que as conexões sejam rígidas, corretas e eficazes entre todos os elementos construtivos. Por exemplo, entre a cobertura e a sua estrutura, o reforço pode ser realizado com abraçadeiras metálicas, arame, cordas ou pedaços de madeira, como ilustra a fig. 5.11 (Feuerhake, 2007: 21).

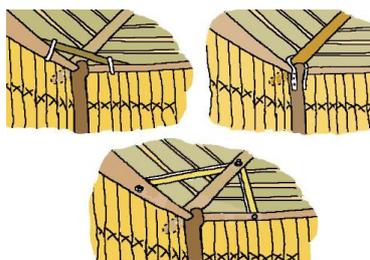


Fig. 5.11: Conexão rígida com braçadeiras metálicas, paus e corda

Fonte: Feuerhake (2007: 16).

Após esta apresentação das técnicas e dos fatores que podem contribuir para a resistência de uma estrutura a ventos fortes, propõe-se seguir com um resumo sobre as características necessárias para uma estrutura em bambu ser resiliente a ventos fortes, elaborado por kaminski (2018a) na sua obra “Wind loading for the design of upgrade emergency shelter, mid-term shelters and community structures”.

#### **5.4 Os sete princípios básicos na construção de um abrigo em bambu resiliente a ciclones**

Kaminski resumiu as recomendações de construção de estruturas em bambu resilientes a ventos fortes em sete princípios básicos: (1) evitar construções nos pontos mais elevados de uma colina; (2) construir estruturas fortes e robustas com uma boa conexão entre os elementos construtivos, isto é, fundação, parede e cobertura, usando a secção mais forte do colmo do bambu (secção central); (3) enterrar os pilares no solo a uma profundidade de 60 cm; (4) a inclinação do telhado deve ser de 30° a 40°; (5) permitir a ventilação em todos os cantos da estrutura, de modo a reduzir a pressão dos ventos na estrutura; (6) instalar beirais de 30 cm de comprimento; e (7) considerar a proteção contra o impacto de detritos/objetos nas paredes e nos telhados, por exemplo rebocando as paredes com argila (Kaminski, 2018a :4).

## **Proposta de habitação resiliente aos desastres naturais associados a alterações climáticas em Moçambique**

### **6.1 Caso de estudo: o distrito de Búzi**

De relembrar aqui que os objetivos principais do presente projeto são a mitigação dos efeitos de alterações climáticas através do cultivo e da gestão do bambu, assim como a provisão de material de construção para a redução dos problemas habitacionais em Moçambique. De enfatizar que neste capítulo, pretende-se trazer à análise um caso prático, dedicado à situação habitacional do distrito de Búzi (antes e após a passagem do ciclone Idai). Assim sendo, vai-se estudar as principais características das habitações do distrito, o ciclone Idai e os seus impactos na população, para, por fim, apresentar uma sugestão de uma estrutura em bambu resiliente a ciclones. Achou-se também pertinente analisar as características da população e da habitação do distrito para poder entender melhor quais foram os motivos que levaram à devastação total daquela região com a passagem do Idai.

#### **6.1.1 Característica do distrito**

##### **6.1.1.1 Localização**

Búzi localiza-se na província de Sofala e tem uma superfície total de cerca de 7 225 km<sup>2</sup>. A Norte faz fronteira com os distritos de Nhamatanda, Dondo e Manica, a Sul com os distritos de Machanga e Chibabava, e a Este com o Oceano Índico. É caracterizado por um clima tropical, com temperaturas que variam entre 10,5° C e 40° C e com uma temperatura média de 24,5° C. A humidade relativa anual é de 77,3% e a precipitação média mensal de 116,4 mm. A pesca, a agricultura artesanal e o comércio de pequena escala destacam-se como as principais atividades económicas da região. Segundo o Ministério dos Recursos Minerais, existe probabilidade de ocorrência de Gás Natural (*Censo Geral da População e Habitação, 2017, e Estatísticas do distrito de Búzi, 2012*).

##### **6.1.1.2 População e Habitação**

Em 2017, o INE contabilizou uma população de 117 348 habitantes, distribuídos por 34 135 agregados familiares, com uma densidade populacional de 24,9 habitantes/km<sup>2</sup> (*Censo Geral da População e Habitação, 2017, e Estatísticas do distrito de Búzi, 2012*). Relativamente à habitação, foram registadas 31 760 unidades habitacionais, com as seguintes características: (i) quanto à provisão de serviços básicos, apenas 0,2% (85) dispunha de rede de água canalizada, 45,9% (14 589) das casas tinha poços de água descobertos e o restante 18,2% da população coletava a água dos rios e lagoas, e quanto ao saneamento, verificou-se que era quase inexistente. Efetivamente, 80% das casas não dispunha de latrinas e apenas 282 casas possuíam retrete ligada a uma fossa séptica; (ii) quanto ao material de construção usado, 0,1% (37) das casas tinha chão revestido de parqué, 86,5% (27 462) tinha chão de adobe e 3,9% (1 251) das casas não tinha qualquer pavimento, relativamente a paredes, 44,5% (14 148) das casas tinha paredes maticadas (paredes rebocadas com argila, à mão), 42% (13 362) das casas tinha paredes levantadas na base do caniço/paus/bambu/palmeira, e 4,1% (1 288) e 1,6% (510) das casas foram feitas, respetivamente, em paredes de blocos de cimento e em blocos de adobe; por fim, quanto à cobertura, 82,6% (26 220) das casas eram feitas de capim, existindo ainda 14% feitas em chapas de zinco (*Censo Geral da População e Habitação, 2017*).

### **6.1.2 Impacto do ciclone Idai em Búzi**

Como já se referenciou, tem sido cada vez mais evidente, sobretudo nas duas últimas décadas, que Moçambique é um país propenso à alternância e intensidade de eventos extremos, principalmente ciclones, ventos fortes e chuvas intensas. A vulnerabilidade do país a estes eventos resulta não só do nível de pobreza, mas também da sua morfologia e localização geográfica. A título de exemplo, em meados de Março de 2019, Zimbabué, Malawi e Moçambique foram afetados por um ciclone denominado Idai. Ele teve origem numa depressão tropical que se formou na costa leste moçambicana no início de Março e foi ganhando força à medida que seguiu rumo para o continente, apresentado ventos com velocidades de até 177 km/h (“Cyclone Idai: 'Massive disaster' in Mozambique and Zimbabwe”, 2019).

Em Moçambique, o ciclone atingiu as províncias de Manica, Zambézia, Tete, Inhambane e Sofala. Segundo dados da ONU, o cenário que se viveu nos primeiros dias após a passagem do ciclone foi profundamente desolador. Em princípios de Abril, pelo menos 240 mil casas ficaram destruídas, sem água potável nem energia elétrica (“ONU promove parcerias para construir infraestruturas resilientes em Moçambique”, 2019). Mais de 1,85 milhões de pessoas precisaram de assistência humanitária. Até ao dia 8 de Abril tinham sido contabilizados 603 óbitos e 1 641 feridos, 1,2 milhões de pessoas necessitadas e mais de 400 mil deslocadas (*Ciclones Tropicais Idai e Kenneth: Relatório da Situação Nacional 2, 2019: 2*). Segundo relatórios do governo, a província de Sofala, principalmente o

distrito de Búzi, foi o local mais afetado de todos e não será exagero afirmar que 90% do distrito ficou destruído. 154 332 pessoas foram afetadas e 130 000 necessitaram de abrigo (*Ciclones Tropicais Idai e Kenneth: Relatório da Situação Nacional 2*, 2019: 4). Do total de óbitos, 108 foram registados lá. Quase todas as casas foram danificadas e 13 600 deram-se como inundadas (*Avaliação Rápida de Moçambique - distrito de Búzi*, 2019: 4). De acordo com os dados estatísticos sobre as características da população e habitação é possível afirmar que a destruição “total” das habitações do distrito sede de Búzi está principalmente associada à qualidade das mesmas. Mais de 90% das habitações são construídas com materiais precários.

### **6.1.3 As entrevistas**

Para a definição do protótipo, achou-se que era importante recolher dados quantitativos e qualitativos no terreno. A realização de entrevistas pareceu a forma mais eficiente de coletar dados de forma fácil e rápida. Elas permitiram responder aos dois principais objetivos de investigação que são: entender o estado e a qualidade das habitações existentes e compilar as características necessárias para que o protótipo de habitação proposta seja resiliente aos desastres naturais associados a alterações climáticas e adequado às necessidades da população.

As entrevistas foram realizadas no dia 28 e 29 de Fevereiro de 2020 junto dos residentes do bairro Massane do distrito de Búzi, província de Sofala em Moçambique. O bairro Massane é composto por um total de 1 200 agregados familiares· distribuídos em 1 187 residências, do qual foram entrevistados 40 agregados familiares em representação de 196 residentes. É importante referir que as entrevistas foram realizadas aleatoriamente e consoante a disponibilidade e o tempo de cada entrevistado para colaborar com a investigação. Em média, as entrevistas tiveram uma duração de 30 a 45 minutos. A faixa etária dos entrevistados varia entre 21 a 80 anos de idade e a maioria das pessoas que foram entrevistadas são do sexo feminino. As entrevistas foram conduzidas pelos investigadores Amélia Jaime Amosso Mudavaringa, Crescencia Juramento e Fátima Tomás.

#### **6.1.3.1 Análise quantitativa**

A primeira questão colocada tendo em conta a passagem do ciclone Idai foi sobre necessidades prioritárias (alimentação, abrigo, roupa), ao que 48% dos inqueridos declarou ter como prioridade o abrigo. A alimentação veio em segunda posição com 39% (ver o gráfico nº 1 em anexo). É possível interpretar com estes resultados que, um ano e meio após a passagem do Idai, a situação habitacional ainda não foi restabelecida. Se se olhar agora para a relação entre a qualidade da habitação, a situação profissional, o rendimento médio mensal do agregado familiar, o número total

do agregado familiar e o tempo de construção, observa-se que a maior parte dos entrevistados são desempregados (72%), que o rendimento global do agregado familiar encontra-se num escalão de 500 a 10 400 meticais, o que corresponde de 6,25 a 130 euros, e que a maior parte dos inquiridos (49%) tem um rendimento mensal entre 500 e 1 500 meticais, o que corresponde de 6,25 a 18,75 euros (ver o gráfico nº 3 em anexo). A terceira e última conclusão que se pode tecer é de que o custo da construção varia entre os 1 000 e os 200 000 meticais, o que corresponde a 12 e 2 409 euros. O custo da construção da maioria das casas (60%) varia entre os 1 000 e os 4 000 meticais, o que corresponde entre 12,5 a 50 euros. O tempo da construção varia entre uma semana e dois anos (ver os gráficos nº 6 e 7 em anexo).

### **6.1.3.2 Análise qualitativa**

Com a análise das entrevistas realizadas, chegou-se a conclusão que nenhuma das casas apresenta, hoje em dia, condições habitacionais resilientes. Os resultados dos inquéritos demonstraram efetivamente que todas as habitações são feitas com materiais precários e que não apresentam nenhum sinal de durabilidade. Relativamente ao segundo bloco de perguntas, onde se pretendeu saber a situação socioeconómica do entrevistado, observa-se que a maioria está desempregada, não tem uma fonte de rendimento fixa e que a média dos agregados familiares é elevada (variando de 2 a 10 pessoas). Na análise do terceiro e quarto bloco de questões, nota-se que a maioria das casas dos entrevistados é de construção precária, com paredes do tipo pau-a-pique e com cobertura de capim. Também foi possível observar que os edifícios de higiene e cozinha se encontram separados entre si e do edifício principal e que a maioria das casas tem apenas um quarto de dormir. Quase todas as casas foram construídas num regime de autoconstrução, principalmente edificadas por amigos e familiares, sem acesso à rede de água, nem eletricidade ou esgotos. Em relação à satisfação das pessoas com as suas casas, os resultados deixam entender que existe uma insatisfação geral. Quase todos os entrevistados declararam querer viver numa casa de alvenaria, ou seja, uma casa de parede de blocos de cimento e com a cobertura de chapa de zinco.

Na análise do quinto e último bloco de perguntas, nas quais pretende-se identificar se o entrevistado tinha conhecimentos sobre o bambu, averiguou-se que todos já o conhecem e que o utilizam na construção e na fabricação de objetos domésticos. Este facto não nos surpreendeu muito visto que já se sabe o quanto o bambu poder ser essencial na vida dessas pessoas para construção de alguns utensílios de cozinha e de mobília como, esteiras, cestos, peneiras e paus de cozinha, entre outras. Por último, pretendia-se identificar se o entrevistado tinha conhecimento das alterações climáticas, ao que a maioria declarou não saber em que consistem estas, ou quais as suas causas e efeitos.



**Fig. 6.1: Galeria do inquérito habitacional ao bairro Massane**

Créditos: equipa de pesquisadores.

## 6.2 Preferência pelo bambu como principal material de construção

Com os resultados do inquérito, chegou-se à conclusão de que, em resposta à situação habitacional atual do distrito de Búzi, é mais do que necessário construir habitações resilientes aos desastres naturais, associados a alterações climáticas, e adequadas à realidade e às necessidades daquela comunidade. Desta constatação surgiu a pergunta de pesquisa: *Por que motivos as comunidades mais vulneráveis afetadas pelo ciclone Idai em Búzi optariam pelo uso do bambu como material de construção ao invés de outros materiais de construção disponíveis localmente?*

Esta problemática ganha toda a sua pertinência pelo facto do país, e principalmente esta região, ter este recurso disponível e ainda não explorar todo o seu potencial na arquitetura. São mais usados localmente materiais de construção como a terra e/ou argila e paus redondos. Com base nesta informação poderia se pensar que faria mais sentido promover habitações resilientes a eventos extremos em terra e/ou argila. Estes recursos são usados na arquitetura tradicional moçambicana e são mais acessíveis para todos. De facto, como confirma Forjaz, é possível que a terra seja o material de construção mais acessível e mais utilizado na edificação das casas tradicionais em Moçambique, em comparação com outros materiais de construção, como a pedra, a madeira de pinho ou o bambu (Forjaz, 1999: 43). De acordo com Pereira (2011: 100), citado por Ribeiro-Malema (2015: 94), “a terra é um dos recursos naturais mais utilizados na arquitetura tradicional africana por ser de baixo custo, de fácil acesso, por não requerer grandes sistemas ou processo de transformação para além de

representar um material de construção ecológico com um bom desempenho térmico”. Contudo, o autor sublinha que o maior problema da sua utilização é a sua “fraca resistência mecânica e rápida degradação quando é exposta à água da chuva”. Um outro problema, não menos importante, da utilização da terra como material de construção é a criação de valas para a sua extração. Estas podem resultar em problemas ambientais, como deslizamento de terra e/ou erosão. Por outro lado, constatou-se que existe atualmente uma preferência pelo uso de outros materiais de construção convencionais, como chapas de zinco, cimento, aço ou madeira, em relação a materiais de construção tradicionais, como a terra, paus redondos, bambu, cordas de fibras naturais, capim, etc. Este facto deve-se principalmente à crescente acessibilidade a estes materiais mesmo em zonas remotas.

De facto, a disponibilidade e a facilidade de aquisição de cimento e chapas de zinco, por exemplo, têm contribuído para o abandono do uso de materiais de construção tradicionais. A preferência pelo uso de materiais de construção mais modernos deve-se principalmente à sua durabilidade, facilidade de manuseamento, disponibilidade imediata, para além de elevar o estatuto social de quem os usa. Em relação ao último ponto referido, este fenómeno tem-se verificado principalmente nos bairros suburbanos e nas zonas rurais. É importante lembrar aqui que a maioria das cidades em Moçambique foi construída na base de divisão social e racial, onde as “cidades de cimento” eram para os colonos e as “cidades de caniço” para a população negra. Até hoje, estes sinais são ainda visíveis. A título de exemplo, existem na capital moçambicana (Maputo) dois bairros com o mesmo nome e que se diferenciam pelo tipo de material de construção usado em cada um deles e pela classe social que lá vive: *Polana cimento*, como o nome sugere, é o bairro de casas de boa qualidade, com acesso a serviços básicos, construído em betão, ao contrário do *Polana Caniço*, onde as infraestruturas são construídas sem nenhum projeto formal, de baixa qualidade, sem provisão de serviços básicos, erguidas em materiais precários como o caniço, e atualmente com uma tendência para construções com paredes de betão e cobertura de zinco.

Como vimos nas entrevistas, é uma prioridade e/ou um desejo da maioria dos moçambicanos poder viver numa habitação convencional, ou no mínimo de alvenaria. Contudo, apesar da utilização destes materiais ser mais vantajosa, devido à sua durabilidade, facilidade de manuseamento, disponibilidade e sentimento de elevação social, a sua produção, utilização e descarte também traz impactos negativos para o meio ambiente e para a saúde por comparação com o bambu. De referir que a exploração dos recursos naturais para a produção de materiais de construção convencionais resulta na degradação dos solos, na contaminação de recursos hídricos e na destruição da vegetação, para além da criação por vezes de graves problemas de saúde.

Wines indica que a manufatura destes materiais faz do sector da construção civil o maior consumidor de recursos naturais do planeta: 16,6% do fornecimento de água potável mundial, 25%

das florestas cortadas para o fabrico da madeira e 40% dos combustíveis (Wines, 2000: 8). Eles são também responsáveis pela criação de resíduos sólidos, emissões de GEE, poluição sonora e visual e aparição de doenças respiratórias e pele (Wines, 2000: 31). É então necessário, para minimizar os impactos ambientais e na saúde, encontrar alternativas ecológicas. E é neste contexto que o bambu é cada vez mais estudado e sugerido como uma potencial solução para ambos os problemas: os efeitos de alterações climáticas e o défice habitacional. Ele apresenta uma pegada ambiental baixa como material de construção, para além de ser um bom sequestrador de carbono. Por outro lado, uma das maiores motivações para a escolha deste recurso é o seu multiuso, como demonstrado numa nota escrita por um explorador americano que ir-se-á referir de seguida.

William Geil fez observações há cem anos sobre os múltiplos usos do bambu nas sociedades do Oriente. Na sua obra “Yankee on the Yangtze”, capítulo “Ode to Bamboo”, ele resume a aplicação do bambu da seguinte forma: “Um homem pode se sentar numa cadeira de bambu, numa casa de bambu, sob um teto de bambu, usando um chapéu de bambu na cabeça e calçando umas sandálias de bambu. De uma só vez, ele pode segurar uma tigela de bambu, com uma mão, e com a outra mão os pauzinhos de bambu para comer os rebentos de bambu. Ao terminar a refeição, que foi cozinhada em fogo de bambu, a mesa pode ser limpa com um pano de bambu, e ele pode se abanar com um leque de bambu. Dormir uma sesta numa cama de bambu ou deitado sobre uma esteira de bambu e a cabeça descansada numa almofada de bambu. Ao se levantar, ele pode fumar um cachimbo de bambu e pegar uma esferográfica de bambu para tomar nota num papel de bambu. Carrega os seus artigos de bambu, num cesto de bambu, pendurados num poste de bambu. Com um guarda-chuva de bambu na cabeça, ele pode dar um passeio por uma ponte suspensa de bambu, beber água de uma colher de bambu” (“The history of bamboo”, 2015).

Cientes da existência de materiais de construção disponíveis localmente mais acessíveis que o bambu, assim como da atual preferência pelo uso de materiais de construção modernos pelos motivos previamente descritos. O interesse nesta presente pesquisa não é apenas o de construir, mas sim construir melhor. Pretende-se construir casas adequadas à população que obedeçam aos princípios da sustentabilidade e que respondam às exigências climáticas locais. É por estas razões que decidiu-se utilizar o bambu como principal material de construção para o protótipo proposto.

### **6.3 Protótipo de habitação sustentável e resiliente**

Esta secção será dedicada à apresentação de um protótipo de habitação como resposta ao défice habitacional nas comunidades afetadas pelo ciclone Idai em Búzi. O protótipo foi elaborado com base no inquérito de avaliação da qualidade das habitações dos residentes do bairro Massane.

Avaliou-se no estudo as atuais técnicas de construção, incluindo o material de construção usado pela população e a sua durabilidade, o custo e o tempo de construção das casas existentes e a atual prática do uso do bambu. Tentou-se também recolher a opinião dos residentes do bairro sobre viver em casas feitas em bambu. O protótipo foi também elaborado considerando todos os resultados pertinentes da revisão bibliográfica, descrita nos capítulos anteriores. As principais obras que sustentam o conceito do protótipo são as seguintes: Wines (2000), Feuerhake (2007), Minke (2016), Kaminski (2018c). Quer-se aqui chamar à atenção para o facto de o propósito do presente estudo se tratar da elaboração de um protótipo de habitação tradicional em bambu e não necessariamente de um projeto arquitetónico formal. Sendo assim, não se vai ser muito exaustivos com detalhes técnicos da modalidade da arquitetura.

Analisando as informações dos capítulos anteriores, julga-se que os critérios mais relevantes para a realização do conceito de habitação em bambu serão: (i) o fator topográfico; (ii) as características arquitetónicas tradicionais usadas para responder às exigências climáticas locais (ventos fortes e inundações); (iii) apresentar-se-á também soluções de técnicas de construção dos elementos, como a fundação, os pilares, as paredes, as vigas, a cobertura e a forma geométrica; (iv) a durabilidade dos materiais de construção; (v) a funcionalidade e tipologia da habitação local, com áreas úteis em função da composição dos agregados familiares (sala de estar, quartos para dormir, cozinha, casa de banho e latrina); (vi) um modelo fácil de replicar e (vii) o impacto ambiental do projeto.

### **6.3.1 A estrutura**

#### **6.3.1.1 Fator topográfico**

O tipo de solo e a altitude têm uma grande influência no comportamento das infraestruturas e da sua resistência a ventos fortes. Por exemplo, as estruturas implantadas em solos leves, ao contrário de solos rígidos, têm mais probabilidade de ser arrastadas pelos ventos. O mesmo cenário pode-se verificar em casos de infraestruturas implantadas em colinas, onde a velocidade do vento é maior em relação a terrenos mais baixos. Contudo, este não é o caso de Búzi, pois o distrito é caracterizado por zonas baixas e propenso a inundações. Sendo assim, propõe-se que o protótipo seja implementado em zonas afastadas de linhas de água e ribeiras secas, como tem sido o caso. No entanto, segundo o governo distrital, já foram identificadas zonas altas e seguras para o reassentamento das famílias afetadas pelo Idai. Destas destacam-se os bairros de Mussocossa e Masquil alto 2, ambos localizados na localidade de Guara-Guara (senhor Paulo Ndaluzo, contacto direto - ponto focal do INGC ao nível do distrito de Búzi).

### 6.3.1.2 Durabilidade dos materiais de construção

A durabilidade do bambu depende não só do seu tratamento, mas também da espécie usada para a construção. Segundo Kaminiski, Lawrence e Trujillo (2016: 41) a espécie de bambu tradicionalmente usada para a construção tem tendência de crescer em abundância, amadurece rápido (três a cinco anos) com um diâmetro que varia entre 5 a 20 cm. Ela cresce relativamente reta e é menos suscetível de sofrer de fendas e ataques de fungos e insetos. Apesar da fraca ocorrência de bambu em Moçambique no geral, especialmente das espécies adequadas para a construção como sugerido por Forjaz (1999: 37), pode-se observar a sua ocorrência naquele distrito, principalmente à beira do rio Búzi. O senhor Lopes Malevo – engenheiro agrónomo (contacto direto) - assegurou que a espécie predominante naquele local é a *Dendrocalamus hamiltonii*. Segundo Banik (2000) citado por Das et al. (2018: 304), esta espécie possui uma altura que pode variar entre os 12 a 20 m excepcionalmente atingindo os 25 m, com diâmetros entre 10 a 18,5 cm e paredes de até 1,25 cm de espessura. Podemos ver na figura seguinte algumas fotografias da espécie existente.



**Fig. 6.2: Características do bambu das margens do rio Búzi**  
Créditos: Paulo Ndaluzza (contacto direto).

Durante a pesquisa verificou-se que a comunidade de Búzi não tem uma cultura, nem propriamente conhecimentos técnicos, de tratamento e preservação do bambu. Este facto é fácil de observar na gestão e no tratamento que são atualmente providenciados localmente aos colmos de bambu. Eles são expostos a chuvas e raios solares, em contacto direto com o solo e impregnados no cimento. O bambu, nesta região e com estas condições, não tem condições para assegurar a sua longevidade.

Nenhuma das recomendações e das boas práticas de conservação e preservação do bambu recomendadas por Minke (2016) e/ou Kaminski (2018b) são aplicadas.

No entanto, para melhorar a durabilidade do bambu que será utilizado no protótipo propõe-se que os colmos sejam tratados por via de métodos tradicionais (cura na terra e /ou imersão em água), por serem fáceis de aplicar, de baixo custo e não-agressivos para com o ambiente e a saúde humana.



**Fig. 6.3: Estruturas em bambu não-tratado em contacto direto com o solo e embutido no cimento**  
Créditos: Paulo Ndaluzza (contacto direto).

#### **6.3.1.3 Estética da construção**

O protótipo proposto é do tipo evolutivo, começando por um *tipo 1* (quarto e sala). As paredes e a cobertura terão um formato hexagonal e serão feitas em bambu. Um vão em forma de grelha poderá ser colocado entre a viga geral e a cobertura que estará à volta de toda a estrutura e/ou quatro janelas posicionadas paralelamente duas a duas. A construção será implantada sobre um piso elevado, feita com pilares de betão.

#### **6.3.1.4 Forma**

Como se viu previamente, Wines acredita que para que uma estrutura seja considerada sustentável, esta terá de ser uma perfeita fusão entre a durabilidade e a estética estrutural. Foi neste contexto que optou-se pelo formato hexagonal, por parecer inovador e atrativo. Contudo, ao implementar esta nova forma, é importante ter o cuidado de não se distanciar das técnicas de construção das comunidades locais. Para este efeito, foi necessário analisar o tipo de arquitetura do distrito de Búzi e as necessidades da população. Conseguiu-se identificar que as habitações predominantes são compostas por paredes cilíndricas e retangulares do tipo pau-a-pique, assentes sobre um piso baixo. Constatou-se também que a maior parte das coberturas são cónicas com paredes circulares. Quando existem paredes retangulares, estas variam de uma a quatro águas em capim e/ou em chapas de

zínco. O presente projeto optou por paredes em bambu e por um formato hexagonal assente em pilares de betão com uma cobertura piramidal e/ou cilíndrica em bambu.

De salientar que a escolha deste formato foi inspirada pela visão de Ramos (2018) sobre o hexágono. Segundo o autor, o hexágono não é apenas uma figura geométrica, mas também uma figura “simples” que se manifesta de diversas formas na natureza e nas nossas vidas. Encontra-se esta forma em animais, plantas e objetos quotidianos, como lápis, sinais de trânsito ou móveis. O autor dá o exemplo da colmeia. Segundo ele, as pequenas células hexagonais da colmeia são o formato mais comum que se pode encontrar na natureza. O casco duro da tartaruga é, por exemplo, composto por pequenas unidades hexagonais raras e representa mais uma expressão da forma hexagonal na natureza. Pode-se também mencionar o carbono. A sua estrutura molecular é composta por átomos em forma de hexágono. Esta forma também está presente no ADN (ácido desoxirribonucleico) que compõe o corpo humano. Relativamente à presença do hexágono em objetos, dá-se o exemplo de um lápis ou de uma esferográfica comum da marca *Bic*. É dada esta forma aos objetos devido às muitas vantagens que apresenta, como a de proporcionar maior estabilidade, segurança e conforto. Este formato evita também que os objetos rolem (Ramos, 2018).

Escolheu-se este formato para a conceção do protótipo com o intuito de trazer maior durabilidade, resistência ao vento, estabilidade, conforto, estética, facilidade de construção (quando comparado com a construção de uma habitação circular tradicional) e facilidade de replicação. Nas fotografias que se seguem poderão ver diferentes partes do processo criativo de construção do protótipo com várias tentativa-e-erro. Foi-se melhorando o conceito até chegar a uma amostra funcional e representativa da ideia de construção proposta.

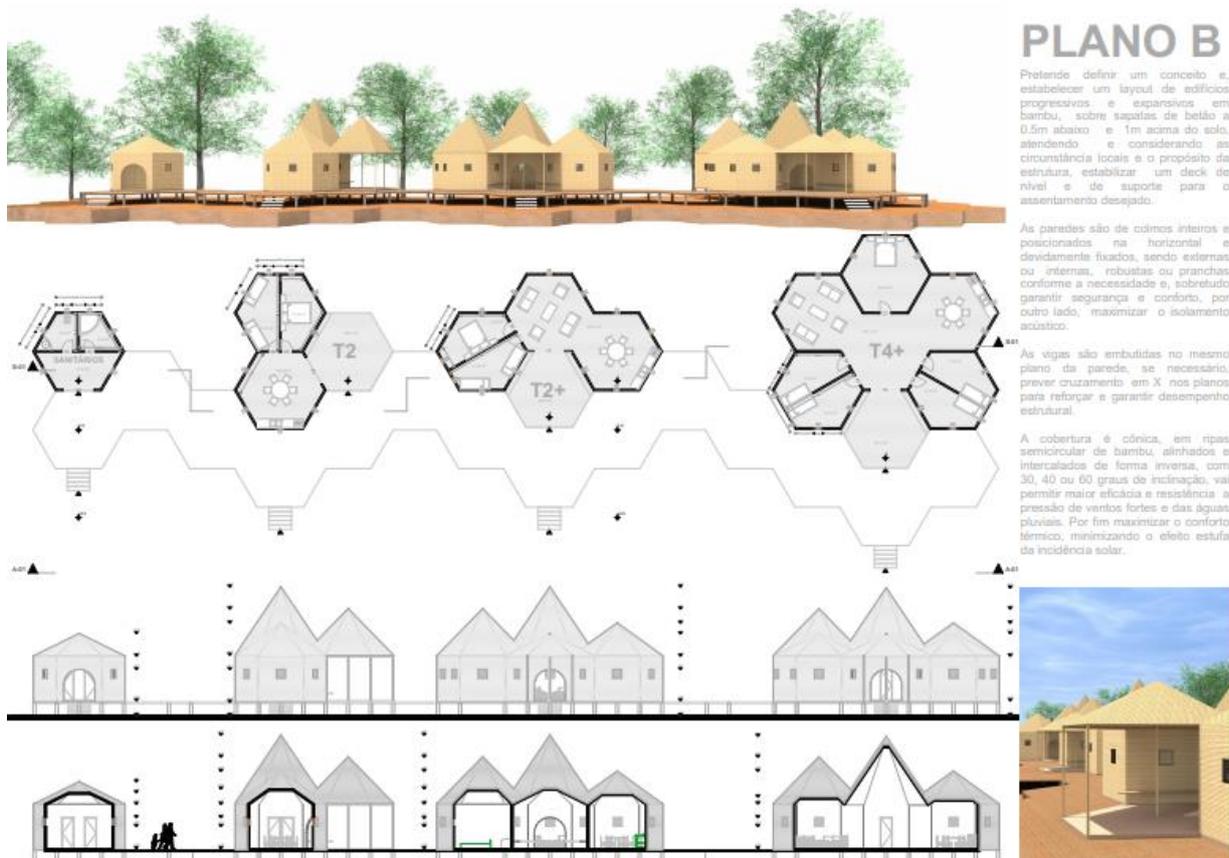




**Fig. 6.4: Evolução do protótipo: 1 - imersão por água, 2 - estrutura hexagonal elevada, 3- pavimento em prancha de bambu, 4- paredes externas, 5- cobertura, 6 e 7- estrutura final**  
Créditos: autor.

#### **6.3.1.5 Distribuição dos espaços**

Importa Relembrar que a maioria das habitações tradicionais em Moçambique é caracterizada por dois grupos de edifícios: o primeiro, e o principal, é composto por uma sala de estar e quartos de dormir; os edifícios secundários englobam a cozinha, a latrina e a casa de banho. Estas divisões são separadas entre si e do edifício principal, devido à falta de provisão de serviços básicos como água e eletricidade. Esta organização é a que mais se observa no bairro Massane. Devido à realidade financeira dos residentes do Massane, à falta de provisão de serviços básicos no bairro e a questões culturais, propõe-se que o protótipo seja do *tipo 1 evolutivo* (um quarto e sala) com a possibilidade de expansão da estrutura consoante as condições financeiras e as necessidades de cada agregado familiar. O edifício secundário (casa de banho e latrina seca) será um único espaço, separado do edifício principal. A escolha de formato hexagonal permite uma fácil expansão e um perfeito encaixe das diferentes divisões da casa. A expansão do protótipo poderá realizar-se para qualquer direção, assim como acontece nas colmeias. Na figura seguinte poderão apreciar um desenho técnico do protótipo, com algumas sugestões de extensão em função das necessidades, vontades e possibilidades dos seus ocupantes.



## PLANO B

Propõe definir um conceito e, estabelecer um layout de edifícios progressivos e espaçados em bambu, sobre sapatas de betão a 0.5m abaixo e 1m acima do solo, atendendo e considerando as circunstâncias locais e o propósito da estrutura, estabelecer um deck de nível e de suporte para o assentamento desejado.

As paredes são de colmos interiores e posicionados na horizontal e devidamente fixados, sendo externas ou internas, robustas ou pranchas conforme a necessidade e, sobretudo garantir segurança e conforto, por outro lado, maximizar o isolamento acústico.

As vigas são embutidas no mesmo plano da parede, se necessário, prever cruzamento em X nos planos para reforçar e garantir desempenho estrutural.

A cobertura é cônica, em ripas semicircular de bambu, alinhadas e intercaladas de forma inversa, com 30, 40 ou 60 graus de inclinação, vai permitir maior eficácia e resistência a pressão de ventos fortes e das águas pluviais. Por fim maximizar o conforto térmico, minimizando o efeito estufa da incidência solar.

**Fig. 6.5: Planta do protótipo de habitação.**

Créditos: arquiteto Helder Botão.

### 6.3.1.6 Elementos construtivos e elementos conetores

Como já se referenciou, o bambu, por si só, é um recurso capaz de erguer uma habitação sem necessitar de qualquer outro tipo de material de construção. Porém, para desenvolver uma habitação em bambu que seja duradoura, resiliente a ventos fortes e a inundações, a sua combinação com outros materiais de construção é imprescindível. Assim sendo, propõe-se que a maioria das conexões seja feita com materiais modernos, como braçadeiras metálicas, barras de ferro enroscado e as suas respetivas porcas, parafusos, entre outros elementos conetores metálicos, de forma a garantir uma maior durabilidade e resiliência. Acredita-se que os cortes *fish mouth* e *flute tip* serão os melhores para garantir conexões eficientes.

**Fundações e pavimento** - A fundação é o único elemento construtivo que não será erguido em bambu, devido à sua vulnerabilidade à humidade, aos ataques de térmitas e fungos. Propõe-se então que a fundação seja realizada com pilares de betão enterrados até pelo menos 120 cm abaixo do solo e entre 80 e 120 cm acima do solo. Esta disposição evitará que as águas das chuvas entrem em caso de inundações. Como já se referenciou, 60% do território moçambicano é propenso a inundações (“ONU promove parcerias para construir infraestruturas resilientes em Moçambique”, 2019). É,

portanto, de extrema importância a elevação da estrutura. O pavimento não poderá então ser de areia, argila ou de cimento, como tem sido o caso das habitações em Búzi. Sugere-se aqui a aplicação de um piso em forma de deque feito de bambu cortado em forma de prancha sobre colmos inteiros de bambu, como ilustram as figuras 6.6 e 6.7.



**Fig. 6.6: Fundações em pilares de betão**  
Fonte: Minke (2016: 50).



**Fig. 6.7: Pavimento**  
Fonte: Minke (2016: 84).

*Pilares* - Segundo Minke (2016: 48), os pilares são elementos construtivos posicionados horizontalmente para poder distribuir a força de compressão. O autor precisa também que qualquer força de compressão, transmitida por uma secção cruzada, tem de ser igual em ambas as partes do colmo (base e topo). Por esta razão, propõe-se que os pilares do protótipo sejam compostos por colmos de 10 cm de diâmetro formadas por dois colmos simples de modo a suportar possíveis cargas a mais na cobertura ou por pressão do vento. Por outro lado, cada colmo que compõe o pilar será preenchido por um pau redondo de menor diâmetro até ao segundo entrenó, de modo a evitar que o colmo se fendilhe em caso de carga excessiva (Minke, 2016: 41).



**Fig. 6.8: Pilares formados por dois colmos de bambu**  
Fonte: Minke (2016: 49).

*Paredes* - a edificação das paredes pode variar consoante a altura e o diâmetro da espécie do bambu, da quantidade disponível, dos gostos, das necessidades e das condições financeiras de cada família. As paredes podem ser de colmos inteiros ou cortados ao meio, posicionados verticalmente ou horizontalmente e fixados nos pilares com braçadeiras metálicas, parafusos, barra de ferro, etc.

Existe outra alternativa de parede, composta por painéis pré-fabricados e forrados com tecido (folhas de bambu trançadas) e fixados na estrutura feita com os colmos do bambu. Este tipo de parede é normalmente adequado para climas quentes e húmidos, pois permite uma ventilação transversal eficaz (Minke, 2016: 59). Para o presente protótipo, propõe-se que as paredes externas sejam formadas por colmos de bambus inteiros posicionados horizontalmente. Para as paredes internas, projetou-se bambu cortado ao meio. Optou-se por colmos inteiros para as paredes externas porque podem formar paredes mais robustas, capazes de resistir melhor à pressão de ventos, garantir segurança contra elementos externos e minimizar o problema acústico dos sons que vêm do lado de fora.

Por outro lado, confia-se que as paredes com o formato hexagonal, aproximado da forma cilíndrica poderão ter uma boa resposta à pressão de ventos fortes. Esta forma assemelha-se à figura geométrica *airfoil*. Ela apresenta um coeficiente de arrastamento de 0,045 e comporta-se muito bem ao fluxo do ar.



**Fig. 6.9: Paredes em colmos de bambu inteiros na posição horizontal; paredes de tecido de bambu**  
Fonte: Minke (2016: 58).

*Vigas* - para implantar uma viga de bambu numa estrutura, não é recomendado usar um único colmo para suportar uma determinada área, pois pode não ser suficientemente forte e conseqüentemente vergar, a não ser que sejam usadas em espaços curtos ou em cargas reduzidas. No entanto, da mesma forma que se agrupam os pilares para resistir à força de compressão, o mesmo pode ser aplicado no sistema das vigas, para resistir melhor ao cisalhamento (Minke: 2016: 50). No presente protótipo propõe-se que as vigas sejam agrupadas em dois colmos como ilustra a figura 6.10.



**Fig. 6.10: Vigas formadas por conjunto de dois colmos de bambu**  
 Fonte: Minke (2016: 51).

*Cobertura* - a cobertura é a principal área de transmissão de calor ou frio para dentro de um edifício, uma vez que esta se encontra mais exposta ao ar livre em comparação com o resto dos elementos construtivos. Deste modo, o uso de material metálico como chapas de zinco (como atualmente é usado na maioria das habitações informais em Moçambique) deve ser evitado. Um bom exemplo de isolamento, usando material de construção disponível localmente, é a cobertura em palha, que é eficiente na proteção térmica. Neste projeto propõe-se uma cobertura feita em colmos de bambu cortados ao meio e sobrepostos de forma inversa como ilustrado na fig. 6.11. A cobertura terá uma forma geométrica cónica acompanhando o formato hexagonal das paredes. Será apoiada em colmos de bambu inteiros, terá uma inclinação entre  $30^\circ$  e  $60^\circ$  e uma extensão com beirais de 40 cm. Esta técnica permitirá um bom desempenho à pressão de ventos fortes, as águas da chuva poderão também escorrer livremente sem se acumular nos colmos do bambu, para além de proteger as paredes contra as chuvas intensas e os raios solares. Por fim, para aumentar o conforto térmico e reduzir a exposição da cobertura às águas das chuvas e raios solares, pensou-se em acrescentar palha por cima.



**Fig.6.11: Exemplo de cobertura em bambu cortado sobreposto, de forma piramidal**  
 Fonte: Minke (2016: 51e 56-57).

### 6.3.1.7 Acabamentos

(i) *Janelas, portas e escadas* - Conhecendo a orientação dos ventos, os técnicos recomendam a instalação de janelas de menor dimensão na direção do vento e janelas de maior porte na direção oposta. Esta distribuição das janelas permite puxar o ar acumulado dentro do edifício para fora e evitar também a pressão do ar sobre as paredes e a cobertura (Guedes (Coord.), 2011: 124). Adicionalmente às janelas, propõe-se a instalação de uma espécie de grelha entre a viga geral e a cobertura ao redor da estrutura. As portas serão feitas em colmos de bambu inteiros de diferentes diâmetros e as janelas em pranchas de bambus tecidos, encaixadas em aros de colmo de bambu inteiro. Por fim, serão implantadas duas escadas, feitas em colmos de bambu inteiro, uma na entrada principal, que dá acesso à via pública, e a outra nas traseiras, dando acesso ao quintal;

(ii) *Pintura* – Propõe-se que os elementos construtivos não sejam pintados, pois o bambu já apresenta uma textura natural atrativa. Contudo, para quem desejar pintar, deverá evitar a utilização de tintas sintéticas. Elas poderão enfraquecer as propriedades mecânicas do bambu. Em alternativa, é possível usar tintas naturais de cor clara que reflitam o sol e que permitam a respiração do colmo do bambu (Minke, 2016: 76);

(iii) *Aspetos paisagísticos* - Para acrescentar valor estético, sugere-se que sejam também plantados bambus ao redor dos quintais, criando um aspeto paisagístico ainda mais organizado e agradável. Esta plantação poderá futuramente servir de vedação, sombreamento natural e corta-vento. Em regiões quentes e húmidas como Búzi, um edifício bem sombreado pode ser entre 4° C e 12° C mais fresco do que um sem sombra. Porém, é importante garantir uma distância entre o elemento de sombreamento e o edifício, de forma a que ainda possa entrar alguma luz e raios solares para aquecimento interno na estação fria (Guedes (Coord.), 2011: 40). O mesmo bambu pode também reduzir a introdução de poeiras para dentro da casa, absorver águas das chuvas em caso de terrenos secos e ao mesmo tempo servir de material de construção de disponibilidade imediata para a edificação ou a renovação dos abrigos.



**Fig. 6.12: Janelas e portas em bambu**

Fonte: Minke (2016: 76).

## **6.3.2 Vantagens do protótipo**

### **6.3.2.1 Facilidade de replicação**

Acredita-se que o presente protótipo será fácil de replicar, pois as técnicas de construção aqui aplicadas assemelham-se às técnicas tradicionais daquela comunidade, o material estará disponível localmente e o formato hexagonal das paredes e da cobertura piramidal em bambu e capim é muito similar às atuais habitações cilíndricas com cobertura cônica em capim. Assim sendo, o formato hexagonal poderá facilmente ser adotado e difundido pela comunidade.

### **6.3.2.2 Mínimo impacto ambiental**

Como já se referiu várias vezes, pretende-se que o presente protótipo seja capaz de mitigar os efeitos de alterações climáticas e ao mesmo tempo reduzir o défice habitacional em Búzi. A elaboração deste protótipo foi feita a pensar no menor impacto ambiental possível, aplicando as boas práticas de construção sustentável sugeridas por Wines (2000: 20). Os principais elementos integrados na conceção do protótipo foram: o uso de material disponível localmente, não-tóxico, reciclável e pouco processado, a fusão entre a durabilidade e a estética da estrutura, a aplicação de tecnologias de construção tradicional, a utilização de um recurso de rápido crescimento e regeneração e a possível inclusão do protótipo em projetos sociais. O bambu é também um bom sequestrador de carbono, para além de armazená-lo quando é usado para a fabricação de produtos. Por último, o bambu será aplicado em todos os elementos construtivos, com exceção das fundações, para reduzir o uso de materiais de construção nocivos para o ambiente, para além de reduzir a pressão sobre outros recursos naturais de renovação lenta.

## **6.3.3 Limitações**

Esta-se ciente de que o número de entrevistas não é representativo, pois o total dos entrevistados constitui apenas 3,4% dos residentes do bairro Massane. Contudo, já se tinha, por razões pessoais, conhecimento da realidade habitacional do distrito do Búzi após a passagem do ciclone Idai.

Um outro problema é o da veracidade das respostas dadas sobre os rendimentos mensais dos agregados familiares. Notou-se alguma resistência/desconforto na hora de responder a esta questão. Alguns podem ter omitido esta informação na expectativa de receber apoio humanitário. Outros não conseguiram responder claramente à pergunta provavelmente por não terem rendimentos fixos.

Pode-se também supor que alguns não terão respondido porque em Moçambique não é comum revelar o valor do seu ordenado.

Ainda sobre a recolha de dados, não foi possível obter nenhum registo/catálogo das espécies de bambu que ocorrem em Moçambique. Este facto poderá dificultar a escolha do bambu mais apropriado para a construção.

Outra possível limitação corresponde a ausência ou desconhecimento da existência de laboratórios competentes para realizar testes à resistência da estrutura proposta a ventos fortes, o que poderá comprometer a validação do protótipo. Sem esta simulação prévia, só se pode comprovar as características técnicas do protótipo com a ocorrência de próximos ventos fortes na região de Búzi.

A falta de fundos também poderá comprometer a construção do protótipo em escala real e, conseqüentemente, impedir de validar a teoria sobre casas em bambu resilientes a ciclones. Não obstante, esta, a esforçar-se para que este projeto se concretize. Conseguiu-se, por exemplo, plantar três hectares da espécie *Bambusa balcoa* para a construção de habitações de baixo custo, provisão de material de construção para edificação de *eco-lodges* e outras aplicações do bambu na Ponta do Ouro, Maputo (um dos maiores destinos turísticos de praia e sol de Moçambique). Será para me, e sobretudo para a comunidade, uma oportunidade única para avaliar os impactos ambientais do bambu desde a sua plantação. Poderemos medir a quantidade de carbono sequestrado, entre outros impactos ambientais. Mas, mais uma vez, a falta de fundos está infelizmente a dificultar a realização destas atividades. Para contornar esta dificuldade, esta-se a estudar potenciais parcerias com associações para além de procurar potenciais investidores locais e/ou internacionais.

## **6.4 Atividades realizadas**

Um dos passos importantes para a realização deste projeto já foi dado. Como já se referenciou foi cultivada uma área de três hectares de bambu da espécie *Bambusa balcoa* em Maputo. Escolheu-se este local devido ao acesso à terra e facilidade na gestão. Pretende-se com esta plantação analisar como esta espécie em particular pode comporta-se em Moçambique e ao mesmo tempo criar um viveiro que futuramente servirá para projetos comunitários, como florestas comunitárias de bambu.



**Fig.6.13: A plantação de bambu da espécie *Bambusa balcoa*, Ponta do Ouro, Moçambique (2016)**  
Créditos: autor.

Enquanto o bambu cresce, e até que possa ser usado como material de construção, decidiu-se aproveitar o espaço e a mão-de-obra para a criação de hortas. Conseguiu-se empregar já oito famílias que cuidam do bambu, dos legumes e frutas.



**Fig. 6.14: Cultivo de hortícolas enquanto se espera que o bambu cresça (2020)**  
Créditos: Fernando Botão (gestor da plantação de bambu).

## Conclusões

Tornou-se evidente que o déficit de habitação adequada é um problema social que afeta todo o globo. A sua resolução precisa de esforços redobrados. Apesar de existirem, em Moçambique, políticas estratégicas de habitação traçadas pelos governantes, a comunidade internacional e a sociedade civil constata que o país está ainda longe de atingir os resultados ambicionados pela *Agenda 2030*: a erradicação da pobreza e a provisão de habitação adequada para todos até ao ano 2030. Os dados estatísticos sobre o número de sem-abrigo tendem a aumentar devido a diversos fatores, como o crescimento demográfico, o crescimento da desigualdade social e os efeitos de alterações climáticas, associadas à pobreza. A título de exemplo, prevê-se que, com o aumento demográfico mundial, até 2030 haverá um déficit habitacional de dois mil milhões de unidades (*Documento de políticas da Habitat III. 10 – Políticas habitacionais*, 2016: 2).

Mais especificamente, estima-se que Moçambique irá até 2050 necessitar de mais de 13 milhões de unidades habitacionais condignas (Holz e Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, 2018). O país tem demonstrado infelizmente falta de capacidade administrativa e financeira, bem como de recursos humanos para responder a essa demanda. Além do subdesenvolvimento, da má governação, da corrupção, da explosão demográfica, dos conflitos político e militares, da ausência de políticas claras de habitação, os efeitos de alterações climáticas começam cada vez mais a contribuir para o agravamento do déficit habitacional. A título de exemplo, em duas décadas, mais de 2 290 800 pessoas foram afetadas por desastres naturais. Se compararmos os impactos dos ataques terroristas jihadistas, em Moçambique, com os impactos dos ciclones Idai e Kenneth, é possível verificar que em três anos os ataques terroristas fizeram mais de 250 mil refugiados contra mais de 1,85 milhões de pessoas afetadas pelos dois ciclones num intervalo de seis semanas. Os desastres naturais associados a alterações climáticas têm efetivamente deixado, no mundo inteiro, mais pessoas desalojadas do que conflitos armados.

Quanto ao distrito de Búzi, de uma forma generalizada, pode-se afirmar que o déficit habitacional está diretamente associado à pobreza. Como consequência, as habitações são de fraca qualidade como refletem os dados estatísticos do INE (*Censo Geral da População e Habitação*, 2017, *Censo Geral da População e Habitação – Sofala*, 2017, *Estatísticas do distrito de Búzi*, 2012). Se a população tivesse melhores condições financeiras, as habitações seriam também de melhor qualidade e os impactos dos efeitos de alterações climáticas não se fariam sentir tanto. Antes da passagem do ciclone Idai, o distrito já tinha sido considerado como uma das regiões com menor índice de desenvolvimento a nível nacional, com mais de 90% da população a viver em habitações

inadequadas (*Censo Geral da População e Habitação – Sofala, 2017, Estatísticas do distrito de Búzi, 2012*). Com a passagem do ciclone Idai, a situação piorou e ocasionou uma necessidade de 130 mil habitações para as 154 332 pessoas que foram afetadas. Os resultados do inquérito dirigido aos residentes do bairro Massane vieram confirmar o défice habitacional daquele ponto do país. Contudo, é preciso lembrar que o défice habitacional é um problema social de longo prazo e que a sua resolução não depende apenas de boas políticas de habitação ou de recursos financeiros e humanos, mas de toda uma conjuntura económica, sociocultural e ambiental. É neste contexto que sugere-se o uso do bambu como uma resposta acessível, eficaz e sustentável para a situação do défice habitacional.

Devido ao seu histórico como material de construção (mais de 7000 anos) (Lugt, 2017: 43), acredita-se que o bambu, ao contrário de outros materiais de construção, pode ser parte da solução dos problemas habitacionais nas regiões afetadas pelo ciclone Idai. Da mesma maneira, pensa-se que ele também pode responder às preocupações motivadas pelos efeitos de alterações climáticas, pelo seu *fator económico* – as suas propriedades físicas e mecânicas permitem que seja cortado e aplicado diretamente em todos os elementos construtivos de uma habitação, sem precisar de grandes transformações ou da adição de qualquer outro tipo de material de construção, ao contrário dos materiais modernos que não se podem usar sem o devido processamento. Outros aspetos que tornam os materiais modernos mais caros são a sua não-produção local e o seu consumo de grandes quantidades de recursos energéticos e hídricos para a sua produção. Por exemplo, de acordo com Janssen (1981), citado por Minke (2016: 11), a produção de madeira em comparação com a produção de bambu exige 600 MJ/m<sup>3</sup> contra 300 MJ/m<sup>3</sup> respetivamente. A produção de aço, por seu turno, exige cinco vezes mais (1500 MJ/m<sup>3</sup>) (Cruz, 2017); pelo seu *impacto social* – é preciso ter em conta que a maioria das casas da região de Búzi são edificadas com material tradicional disponível localmente. Neste contexto, o bambu seria culturalmente mais adequado que o material convencional.

Pelo seu *fator ambiental* – o bambu é um recurso natural de renovação “permanente” e, como material de construção, consegue responder às exigências climáticas locais. Ele também não exige muito recursos energéticos e hídricos. Pelo contrário, ele recupera os ecossistemas através do sequestro de dióxido de carbono, o que faz dele um material ecológico por excelência (Minke, 2016: 11). Um hectare de uma plantação de bambu pode armazenar até 1 000 toneladas de CO<sub>2</sub> (Lugt, 2017: 74). A produção de cimento é, por exemplo, responsável por aproximadamente 3% da emissão mundial de GEE. O bambu apresenta muitas outras vantagens, a saber, conforto térmico que proporciona, o molde e aplicação fáceis e o custo reduzido. Em relação ao protótipo, esta-se ciente de que os formatos circulares, retangulares e/ou quadrangulares são a forma de construção mais usada na arquitetura tradicional moçambicana. Porém, optou-se pelo formato hexagonal por

representar durabilidade, estética, conforto, consistência, maleabilidade, inovação, facilidade de expansão e principalmente resiliência a ventos fortes (com exceção do formato circular). O facto de as paredes terem faces menores em relação a uma habitação retangular, por exemplo, permite que o fluxo do ar seja melhor, como identificado por D. Bulhões, V. Rato e M. C. Guedes (2017).

Em relação à durabilidade dos materiais de construção, foi possível observar, através da presente pesquisa, que o material de construção usado nas habitações do bairro Massane não apresenta qualquer durabilidade. Este facto deve-se principalmente à ausência de técnicas de construção adequadas às exigências climáticas locais. Ficou-se a saber que o distrito de Búzi é propenso a inundações e ventos fortes devido à sua localização e características morfológicas: a maior parte do seu território é coberta por terras baixas, nele desagua um rio do mesmo nome com um caudal consideravelmente longo e situa-se perto do oceano Índico. No entanto, a maioria das habitações apresenta um piso sem qualquer elevação. As paredes também se encontram diretamente no solo, o que permite que as águas da chuva estejam em constante contacto com os elementos construtivos (paredes e pilares), assim deteriorando-se com maior facilidade.

Ainda no que toca à questão da durabilidade do bambu, apesar de poder edificar uma habitação sem necessitar de outro tipo de material de construção, observou-se que é importante considerar uma combinação deste material com materiais de construção modernos, a fim de garantir a sua durabilidade, conforto, consistência e estabilidade à estrutura. Podem-se aqui mencionar alguns exemplos, como o uso de barras metálicas para separar o bambu do cimento, o agrupamento de colmos de bambus com a ajuda de uma barra de ferro enroscada, o uso de porca, parafusos, corda de nylon e arame galvanizado. Contudo, importa lembrar que, sempre que for possível, deve-se substituir os materiais modernos por derivados do bambu. Podem-se aqui também destacar que a ausência de técnicas mais adequadas, para a durabilidade das estruturas e sua resiliência a eventos extremos, pode estar relacionada com a falta de divulgação desta informação e com as poucas capacidades financeiras da população.

Espera-se que o protótipo proposto possa ser testado em breve localmente e que ele constitua para a população local uma solução durável, sustentável e pouco dispendiosa para a resolução do problema da habitação e da resiliência desta aos eventos climáticos a que esta região está sujeita.

O acompanhamento do projeto por técnicos especializados será necessário para a sua correta aplicação. Como já se viu anteriormente o bambu é um material muito versátil, mas precisa de uma série de cuidados para garantir a sua qualidade e durabilidade. A sua aplicação em larga escala irá exigir um cultivo mais intensivo, criando oportunidades de emprego e outras potenciais aplicações comerciais. O bambu poderá, neste sentido, talvez ajudar também a combater a pobreza e oferecer melhores oportunidades e qualidade de vida às pessoas.

## Referências bibliográficas

### Fontes:

- Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável* (2015). Disponível em: [https://www.unssc.org/sites/unssc.org/files/portuguese\\_2030\\_agenda\\_for\\_sustainable\\_development\\_-\\_kcsd\\_primer.pdf](https://www.unssc.org/sites/unssc.org/files/portuguese_2030_agenda_for_sustainable_development_-_kcsd_primer.pdf), consultado pela última vez a 11 de Agosto de 2020.
- Avaliação Rápida de Moçambique - distrito de Búzi* (2019). Disponível em: [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MOZ%20Rapid%20Assessment%20Report\\_5-Apr\\_FINAL\\_POR.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MOZ%20Rapid%20Assessment%20Report_5-Apr_FINAL_POR.pdf), consultado pela última vez a 8 de Julho de 2020.
- “Bamboo, a symbol of traditional Chinese values”, *China Daily* (2011, 19 de Janeiro). Disponível em: [http://www.chinadaily.com.cn/life/2011-01/19/content\\_11882983.htm](http://www.chinadaily.com.cn/life/2011-01/19/content_11882983.htm), consultado pela última vez a 23 de Janeiro de 2019.
- “Bambu”, in *Dicionário Infopedia da Língua Portuguesa* (em linha). Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/bambu>, consultado pela última vez a 19 de Agosto de 2020.
- Censo Geral da População e Habitação* (2017). Disponível em: <http://www.ine.gov.mz/>, consultado pela última vez a 14 de Julho de 2020.
- Censo Geral da População e Habitação – Sofala* (2017). Disponível em: <http://www.ine.gov.mz/iv-rgph-2017/sofala>, consultado pela última vez a 20 de Dezembro de 2019.
- Ciclones Tropicais Idai e Kenneth: Relatório da Situação Nacional 2* (2019). Disponível em: [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/national\\_sitrep\\_2\\_mozambique\\_17\\_may\\_2019\\_port.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/national_sitrep_2_mozambique_17_may_2019_port.pdf), consultado pela última vez a 15 de Agosto de 2020.
- “Cyclone Idai: 'Massive disaster' in Mozambique and Zimbabwe”, *BBC News* (2019, 20 de Março). Disponível em: <https://www.bbc.com/news/world-africa-47624156>, consultado pela última vez a 9 de Julho de 2020.
- “Com ventos de até 200 km/h, ciclone Fani deixa mortos na costa leste da Índia”, *G1* (2019, 3 de Maio). Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/05/03/ciclone-fani-atinge-costa-leste-da-india.ghtml>, consultado pela última vez a 18 de Julho de 2020.
- Declaração dos Direitos Humanos*. Disponível em: [http://www.dhnet.org.br/direitos/sos/moradia/direito\\_hab.html](http://www.dhnet.org.br/direitos/sos/moradia/direito_hab.html), consultado pela última vez a 18 de Setembro de 2020.
- Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa* (2003-2020) (em linha). Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa>, consultado pela última vez a 2 de Outubro de 2020.
- Documento de políticas da Habitat III. 10 – Políticas habitacionais* (2016). Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/Policy-Paper-10-Portuguese%CC%82s.pdf>, consultado pela última vez a 20 de Julho de 2020.
- Estatísticas do distrito de Búzi* (2012). Disponível em: <http://www.ine.gov.mz/estatisticas/estatisticas-territorias-distritais/sofala/novembro-de-2012/distrito-de-buzi.pdf/view>, consultado pela última vez a 26 de Agosto de 2020.
- “Global homeless statistics”, in *Homeless World Cup Foundation*. Disponível em: <https://homelessworldcup.org/homelessness-statistics/>, consultado pela última vez a 20 de Julho de 2020.
- “Moçambique: PMA recebe mais apoio para resposta humanitária em Cabo Delgado”, *ONU News* (2020, 14 de Setembro). Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/09/1725942>, consultado pela última vez a 27 de Setembro de 2020.
- “ONU promove parcerias para construir infraestruturas resilientes em Moçambique”, *ONU News* (2019, 22 de Abril). Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/04/1669071>, consultado pela última vez a 8 de Janeiro de 2020.

*Plano Director para a Redução do Risco de Desastres* (2017, 17 de Outubro), República de Moçambique, Conselho de Ministros: 1-52. Disponível em: [https://www.preventionweb.net/files/64564\\_planodirectorparareducaodoriscodedede.pdf](https://www.preventionweb.net/files/64564_planodirectorparareducaodoriscodedede.pdf), consultado pela última vez a 20 de Novembro de 2019.

## Referências Bibliográficas:

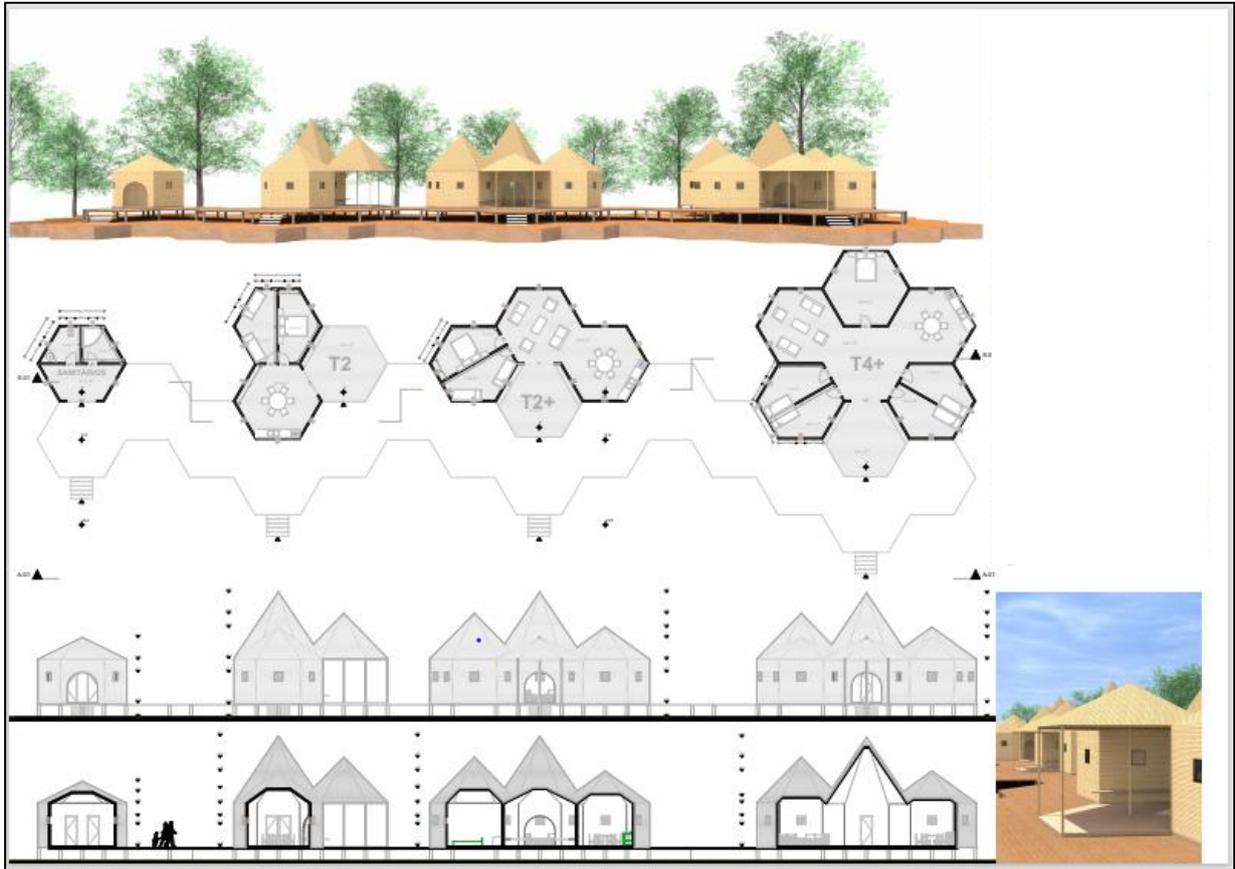
- R. S. Berndsen, R. J. Klitzke, D. C. Batista, E. M. do Nascimento e F. Ostapiv (2013), “Resistência à flexão estática e à compressão paralela do bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*)”, *Floresta*, 43(3), 485-494. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Fabiano\\_Ostapiv/publication/273273277\\_RESISTENCIA\\_A\\_FLEXAO\\_ESTATICA\\_E\\_A\\_COMPRESSAO\\_PARALELA\\_DO\\_BAMBU-MOSSO\\_Phyllostachys\\_pubescens/links/5616ff8808ae839f3c7d725b/RESISTENCIA-A-FLEXAO-ESTATICA-E-A-COMPRESSAO-PARALELA-DO-BAMBU-MOSSO-Phyllostachys-pubescens.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fabiano_Ostapiv/publication/273273277_RESISTENCIA_A_FLEXAO_ESTATICA_E_A_COMPRESSAO_PARALELA_DO_BAMBU-MOSSO_Phyllostachys_pubescens/links/5616ff8808ae839f3c7d725b/RESISTENCIA-A-FLEXAO-ESTATICA-E-A-COMPRESSAO-PARALELA-DO-BAMBU-MOSSO-Phyllostachys-pubescens.pdf), consultado pela última vez a 10 de Agosto de 2020.
- D. Bulhões, V. Rato e M.C. Guedes (2017), “Extreme cold conditions Architecture: An Antarctica’s shelter prototype”, in *OBRA, DINÂMICA’CET-IUL*, Lisboa, 92-101.
- Z. Chitsungo (n.d.), “Políticas e estratégias de habitação em Moçambique”, sem local, 1-7. Disponível em: <https://docplayer.com.br/12398542-Politica-e-estrategia-de-habitacao-para-mocambique.html>, consultado pela última vez a 27 de Agosto de 2020.
- T. W. Cruz (2017, 24 de Julho), “Abordagem da viabilidade do uso do bambu na construção civil” “LinkedIn” [post]. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/abordagem-da-viabilidade-do-uso-de-bambu-na-constru%C3%A7%C3%A3o-tony-w-cruz/>, consultado pela última vez a 26 de Janeiro de 2019.
- G. D. C. J. Cunha, H. G. S. Junior, M. E. T. Maia e J. D. S. Pinto (2017), “Estudo do concreto reforçado com fibra de aço e fibra de bambu” [abstract], *Resumos da 69ª Reunião Anual da SBPC, de 16 a 22 de julho, 2017, na Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte*. Disponível em: [http://www.sbpnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2367\\_1832eec2fe71d6067610c7c11cefed611.pdf](http://www.sbpnet.org.br/livro/69ra/resumos/resumos/2367_1832eec2fe71d6067610c7c11cefed611.pdf), consultado pela última vez a 26 de Janeiro de 2019.
- M. C. Das, P. Singar, A. J. Nath, A. K. Das (2018), “Flowering of *Dendrocalamus hamiltonii* in Notherneast india during recent years”, *NeBIO. An international journal of environment and biodiversity*, 9(4), 304-306. Disponível em: [NeBIO 9\(4\) December 2018 – NeBIO](https://www.nebio.org/NeBIO_9(4)_December_2018_-_NeBIO), consultado pela última vez a 20 de Agosto de 2020.
- E. Feuerhake (2007), *Construir com os Ventos. Guião de Construção para Zonas de Risco de Ciclone*, Ministério da Administração Estatal e Instituto Nacional de Gestão de Calamidades, Maputo. Disponível em: [https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/manual\\_construir\\_com\\_os\\_ventos-pt.pdf](https://www.sheltercluster.org/sites/default/files/docs/manual_construir_com_os_ventos-pt.pdf), consultado pela última vez a 17 de Fevereiro de 2020.
- J. Forjaz (1999), *Entre o Adobe e o Aço Inox. Ideias e Projectos*, Caminho, Lisboa.
- T. M. Greco (2010), “Cultivo e Manejo: Bambu”. Disponível em: [http://www.bambusc.org.br/wp-content/uploads/2010/07/cultivo-e-manejo\\_ressacada\\_2010.pdf](http://www.bambusc.org.br/wp-content/uploads/2010/07/cultivo-e-manejo_ressacada_2010.pdf), consultado pela última vez a 20 de Janeiro de 2020.
- M. C. Guedes (Coord.) (2011), *Arquitetura Sustentável em Moçambique: Manual de Boas Práticas*, CPLP – Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, sem local. Disponível em: [http://www.archimoz.com/uploads/9/4/8/1/9481630/manual\\_mocambique.pdf](http://www.archimoz.com/uploads/9/4/8/1/9481630/manual_mocambique.pdf).
- E. Holz, Ministro das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (2018), *Moçambique: Perfil de Habitação*, UN-Habitat Moçambique, Maputo. Disponível em: [https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-05/housing\\_profile\\_mozambique\\_pt.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-05/housing_profile_mozambique_pt.pdf), consultado pela última vez a 27 de Agosto de 2020.
- S. Kaminski (2018a), *ARUP Technical Guidance Note 01: Wind loading for the design of upgrade emergency shelter, mid-term shelters and community structures*, 1-14. Disponível em:

- <https://www.researchgate.net/publication/327338476> Arup Technical Guidance Note 01 Wind loading for the design of upgraded emergency shelters mid-term shelters and community structures Rohingya refugee camps Cox's Bazar Bangladesh.
- S. Kaminski (2018b), *ARUP Technical Guidance Note 02: Structural Assessment of Emergency Shelters Under Wind Loading*, 1-22. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327338483> Arup Technical Guidance Note 02 Structural Assessment of Emergency Shelters Under Wind Loading Rohingya Refugee Camps Cox's Bazar Bangladesh.
- S. Kaminski (2018c), *ARUP Technical Guidance Note 03: Durability and Treatment of Bamboo*, 1-55. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329170195> Arup Technical Guidance Note 03 Durability and Treatment of Bamboo Rohingya Refugee Camps Cox's Bazar Bangladesh.
- S. Kaminski, A. Lawrence e D. Trujillo (2016), "Structural use of bamboo. Part 1: Introduction to bamboo", *The Structural Engineer*, 94(8), 40-43. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305808084> Structural use of bamboo Part 1 Introduction to bamboo.
- S. Kaminski, A. Lawrence, D. Trujillo e C. King (2016), "Structural use of bamboo. Part 2: Durability and preservation", *The Structural Engineer*, 94(10), 38-43. Disponível em: <https://pureportal.coventry.ac.uk/en/publications/structural-use-of-bamboo-part-2-durability-and-preservation-2>.
- M. C. Kennicutt, S. L. Chown, J. J. Cassano, D. Liggett et al. (2014), "Polar research: Six priorities for Antarctic science", *Nature*, 512, 23-25. Disponível em: <https://www.nature.com/news/polar-research-six-priorities-for-antarctic-science-1.15658#/ref-link-2>, consultado pela última vez a 30 de Outubro de 2020.
- P. van der Lugt (2017), *Booming Bamboo: The (re)discovery of a sustainable material with endless possibilities*, Materia, Naarden (Netherlands).
- M. B. Maury e R. N. Blumenschei (2012), "Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente", *Sustentabilidade em Debate*, 3(1), 75-96. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12110/1/ARTIGO\\_ProducaoCimentoImpacto.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12110/1/ARTIGO_ProducaoCimentoImpacto.pdf), consultado pela última vez a 3 de Setembro de 2020.
- G. Minke (2016), *Building with Bamboo: Design and Technology of a Sustainable Architecture*, 2ª edição, Birkhäuser, Basel.
- B. H. M. Monte Mor, G. P. Reis, I. A. Dias Braga, R. M. Moreira e L. F. S. Santos (nd), "Análise estrutural de um edifício de bambu". Disponível em: <https://www.slideshare.net/RICARDOMAXIMO3/anlise-estrutural-de-um-edificio-de-bambu>, consultado pela última vez a 10 de Setembro de 2020.
- H. M. Moreira e A. B. R. Giometti (2008), "O Protocolo de Quioto e as Possibilidades de Inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de Projetos em Energia Limpa", *Rio de Janeiro*, 30(1), 9-47. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cint/v30n1/01.pdf>, consultado pela última vez a 16 de Setembro de 2020.
- "O misterioso fenômeno da florescência do bambu?" (2019, 16 de Maio), *Redação*. Disponível em: <https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=35714>, consultado pela última vez a 27 de Janeiro de 2020.
- A. Ramos (2018), "Porque o hexágono está em quase todos lugares", *Engenharia é*. Disponível em: <https://engenhariae.com.br/editorial/ciencia/por-que-o-hexagono-esta-em-quase-todos-os-lugares>, consultado pela última vez a 26 de Junho de 2020.
- C. Ribeiro-Malema (2015), *O contributo da arquitetura tradicional para uma habitação "informal" sustentável em Moçambique. A cidade e a música: a escola de música do conservatório nacional*, Dissertação de Mestrado em Arquitetura, ISCTE-IUL, Lisboa.
- E. Simiu (2011), *Design of Buildings for Wind: A Practical Guide for ASCE 7-10 Standard Users and Designers of Special Structures*, 2ª edição, Hoboken, Wiley.

- E. B. de Souza (2010), “Estudo da viabilidade técnica para o cultivo de bambu gigante (*Dendrocalamus giganteus*) em Planaltina-DF”, Trabalho apresentado como parte das exigências para a conclusão do curso de Agronomia, UPIS – União Pioneira de Integração Social. Disponível em:  
<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/Estudo%20da%20viabilidade%20t%C3%A9cnica%20para%20o%20cultivo%20de%20bambu%20gigante.pdf>, consultado pela última vez a 27 de Agosto de 2020.
- S. Speak (2019), “The State of Homelessness in Developing Countries”, *Affordable housing and social protection systems for all to address homelessness*. “United Nations office at Nairobi”. Disponível em:  
[https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2019/05/SPEAK\\_Suzanne\\_Paper.pdf](https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2019/05/SPEAK_Suzanne_Paper.pdf), consultado pela última vez a 20 de Julho de 2020.
- S. Teixeira (n.d.), “Bambu - do plantio ao armazenamento”, in *CPT - Centro de Produções Técnicas*. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-arte-artesanato/artigos/bambu-do-plantio-ao-armazenamento>, consultado pela última vez a 20 de Janeiro de 2020.
- “The history of bamboo” (2015). Disponível em: <http://www.asian-bamboo.com/bamboo-culture/the-history-of-bamboo/bamboo-in-chinese-culture>, consultado pela última vez a 23 de Janeiro de 2019.
- J. Wines (2000), *Green Architecture*, Taschen, Köln (Germany).
- L. Yeasimin, N. Ali e S. Gantait (2015), “Bamboo: an overview on its genetic diversity and characterization”, *3 Biotech*, 5, 1-11. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/figure/Worldwide-distribution-of-bamboo-a-Neotropical-woody-bamboos-b-north-temperate-woody\\_fig1\\_266734015](https://www.researchgate.net/figure/Worldwide-distribution-of-bamboo-a-Neotropical-woody-bamboos-b-north-temperate-woody_fig1_266734015), consultado pela última vez a 25 de Setembro de 2020.

ANEXO A

Planta do protótipo de habitação



## Questionário sobre as condições das moradias das vítimas do ciclone Idai no distrito de Búzi

O questionário resume-se a quarenta e três perguntas em cinco blocos referentes à identificação, à situação socioeconómica, à caracterização do imóvel, habitação e materiais de construção incluindo o bambu. Objetivo: Obter opiniões das vítimas do ciclone Idai do distrito de Búzi, sobre construções de casas resilientes a temperaturas extremas tendo em conta o uso do bambu como material base de construção.

|  |                            |  |                 |
|--|----------------------------|--|-----------------|
| Questionário N.: _____   |                            | Data da entrevista: ___/___/_____              |                 |
| <b>Bloco I - Identificação:</b>  |                            |  |                 |
| Nome da Região: _____  | Nome da Localidade: _____  | Nome do Morador: _____                         |                 |
| Nome do Entrevistador: _____   | BI do Entrevistador: _____ | Hora do Início: ___:___                        | Página # __de__ |
|  |                            | Hora do Término :___/___                       |                 |
| <p>Boas vindas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meu nome é _____ Estudante/investigador da Universidade de Lisboa, Mestrado em Estudos do Ambiente e da Sustentabilidade.</li> <li>• Agradecer a presença e o facto de ter aceitado dispensar parte do seu tempo connosco.</li> <li>• Dizer que somos pesquisadores e que estamos a tentar saber qual é a vossa opinião sobre o uso do bambu na construção de casas; iremos falar sobre este assunto nesta conversa com duração máxima de uma hora e quinze minutos.</li> <li>• Gostaríamos de gravar a discussão para termos a certeza de que não vamos perder nenhuma informação importante. Toda a informação será agrupada e não vamos mencionar quem disse o quê. Deste modo, gostaríamos que se sentissem livres de expressar sincera e abertamente as vossas opiniões.</li> <li>• Antes de começarmos a conversa gostaríamos que se apresentasse dizendo o seu nome.</li> </ul> |                            |  |                 |
| <b>Perguntas de aquecimento:</b>   |                            |  |                 |
| <p><b>1. Como tem sido o vosso dia-a-dia depois do ciclone Idai?</b></p> <p><b>2. Perdeu muitos bens?</b></p> <p><b>3. Teve de ficar em algum campo de reassentamento?</b></p>   |                            |  |                 |
| <hr/>  |                            |  |                 |
| <p><b>4. Nome:</b> _____</p> <p><b>5. Data de Nascimento:</b> ___/___/___</p> <p><b>6. Sexo</b>                    ( ) Masculino                    ( ) Feminino</p> <p><b>8. Alfabetizado:</b>        ( ) Sim                            ( ) Não</p> <p><b>9. Endereço:</b>            Número da casa _____    Quarteirão: _____    Bairro: _____</p> <p><b>10. Situação Conjugal:</b></p> <p>( ) Solteiro                    ( ) Viúvo                    ( ) Vive Junto                    ( ) Separado</p> <p>( ) Casado                    ( ) União estável            ( ) Vive maritalmente            ( ) Divorciado</p>   |                            |  |                 |
| <hr/>  |                            |  |                 |
| <b>Bloco II socioeconómico</b>   |                            |  |                 |
| <p><b>11. Qual é o seu nível de educação * Resposta Única não leia as opções</b></p> <p>( ) Nenhuma educação            ( ) Primária EP2 (6-7)            ( ) Secundária ESG2 (11-12)</p> <p>( ) Primária EP1 (1-5)            ( ) Secundária ESG1 (8-10)        ( ) Ensino Técnico Médio</p> <p>( ) Educação de adultos        ( ) Ensino Técnico Básico)        ( ) Universitário            ( ) Outro</p>   |                            |  |                 |
| <hr/>  |                            |  |                 |
| <b>12 a) Qual é a sua situação profissional?</b>   |                            | <b>12 b) Qual é a sua fonte de rendimento?</b> |                 |

- Desempregado                       Trabalhador diarista                       Trabalhos ocasionais  
 Aposentado                       Empregado doméstico                       Faz o seu próprio negócio oferecendo serviços  
 Assalariado com contrato                       Negócio próprio                       Pensão ou subsídio de algum tipo  
 Assalariado sem contrato                       Faz próprio negócio venda/fabrico de bens

**13. Recebeu algum apoio do governo/doadores depois do ciclone?**

- Sim                       Não

**14. Em caso afirmativo que tipo de benefício recebeu?**

- Materiais de construção                       Ajuda alimentar                       Kit de primeiros socorros                       Insumos agrícolas  
 Valor monetário                       Subsídio de saúde                       Outros

**15. A quem pertence o imóvel onde você mora?**

- Arrendada                       Comprada  
 Própria                       Do Estado  
 Herdada                       Oferecida

**16. Quantas pessoas moram com você? \_\_\_\_\_**

**17. Quem é o responsável pelo sustento do agregado familiar?**

- Próprio                       Filho/Enteado                       Pai/Mãe  
 Cônjuge                       Outro parente                       Outros

**18. Qual é a renda média do agregado familiar considerando todas as fontes de rendimento que todo o agregado recebe \_\_\_\_\_ (MZN)**

**19. Quanto o agregado familiar precisa (do rendimento médio total) para as despesas fixas mensais? Refiro-me ao montante mínimo que serve apenas para pagar as suas necessidades básicas tais como alimentação, transporte, roupas, combustíveis para cozinhar, água, luz, material escolar, etc.**

- Todo o dinheiro                       mais de metade                       metade                       nenhum dinheiro

**Bloco III – Caracterização do Imóvel**

**20. Em que regime vive na sua casa?**

- Própria                       Arrendada                       Herdada  
 Própria mas ainda pagando                       Cedida

**21. Quantas divisões de cada tipo há na sua casa?**

- \_\_\_\_\_ Quartos                      \_\_\_\_\_ Cozinha                      \_\_\_\_\_ Banheiros externos  
\_\_\_\_\_ Sala                      \_\_\_\_\_ Banheiros internos                      \_\_\_\_\_ Outros

**22. Quais destes serviços atende a sua casa ( Marque com X aquela que o usuário tem em sua casa)**

- Rede de esgotos                       Rede eléctrica/gás/gerador                       Outros  
 Recolha de Lixo                       Rede de água

**Bloco IV – Habitação**

**23. Nos últimos 12 meses em quantos lugares você já morou? \_\_\_\_\_**

**24. O que motivou a sua mudança? \_\_\_\_\_**

**25. Gosta de ficar no seu local de residência?**

- Muito                       Um pouco                       Não

**26. Você gostaria de mudar para um outro tipo de moradia?**

- Sim                       Não                       Talvez

**27. Em caso afirmativo que tipo de moradia?**

- Alvenaria                       Palhota                       Pau a pique  
 Bambu                       Convencional                       Adobe

**28. Como você se sente em relação ao bairro onde você mora?**

- É muito importante viver neste bairro                       É indiferente viver neste bairro                       Gostaria de mudar deste bairro

## Bloco V – Prática de construção

Gostaria de lhe fazer umas perguntas sobre a prática de construção e a sua opinião sobre o uso do bambu na indústria da construção civil.

**29. Quem construiu a sua casa?**

- Mestre de obras local/não-licenciado       Autoconstrução       Amigos e familiares  
 Mestre de obras não-residente       Empreiteiro licenciado

**30. No caso da resposta ser autoconstrução:**

- a) Quantas casas já construiu? \_\_\_\_      b) Onde aprendeu a construir \_\_\_\_?  
c) Tem alguma licença de construção? \_\_\_\_      d) Teve ajuda na construção da casa? \_\_\_\_

**31. Qual foi o valor aproximado que gastou na construção da casa incluindo o custo de transporte? \_\_\_\_ (MZN)**

**32. Quanto tempo precisou para construir a casa? \_\_\_\_\_**

**33. A quem normalmente compra os seus materiais de construção (cimento, pedras, ferro, barrotes, chapas de zinco, capim, paus, bambu, argila, caniço, estacas de madeira, etc.)?**

- Ferragens locais       Retalhistas       País vizinho       Outros  
 Ferragens regionais       Armazenistas/Atacadistas       Não compro material de construção –  
Justifique como adquire

**34. Quais são os materiais de construção disponíveis localmente que não precisa de comprar?**

- Argila     Bambu     Paus     Pedra     Areia     Caniço     Capim

---

**35. Sabia que é possível construir uma casa apenas utilizando o bambu?**

**36. Já se imaginou a viver em uma casa dessas?**

**37. A população de Búzi tem a prática de usar o bambu na construção das suas casas?**

- sim     Não

**38. Se afirmativo: a) onde tem adquirido o bambu? \_\_\_\_ b) Conhece as espécies existentes aqui na região? \_\_\_\_**

**39. Conhece outras aplicações do bambu para além do uso na construção de casas?**

**40. Conhece alguns dos impactos do bambu no meio ambiente?**

**41. Por último, gostaria de saber se tem algum documento de uso e aproveitamento de terra (DUAT)?**

- Sim    Não

**42. Se negativo, quem lhe cedeu a terra onde a sua casa foi construída?**

- Estruturas locais     Herdou de familiares     Comprou de alguém     Propriedade do Estado

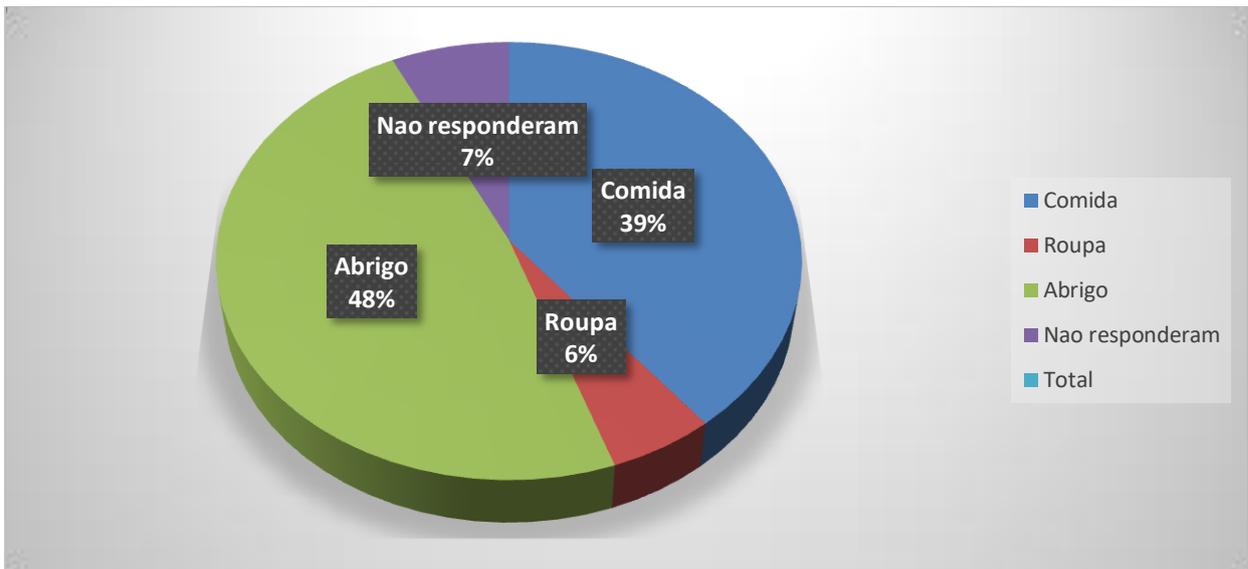
---

**43. Há algo que você gostaria de falar a respeito desse tema e que não foi perguntado?**

## Representação gráfica dos resultados dos inquéritos

Representação gráfica das necessidades prioritárias, situação profissional, número de membros dos agregados familiares, rendimento médio dos agregados familiares em meticais (MZN), tipologia da casa, provisão de serviços básicos, custo da casa e tempo de construção da casa de cada entrevistado.

**Gráfico nº1: Necessidades Prioritárias**



**Gráfico nº2: Situação Profissional**

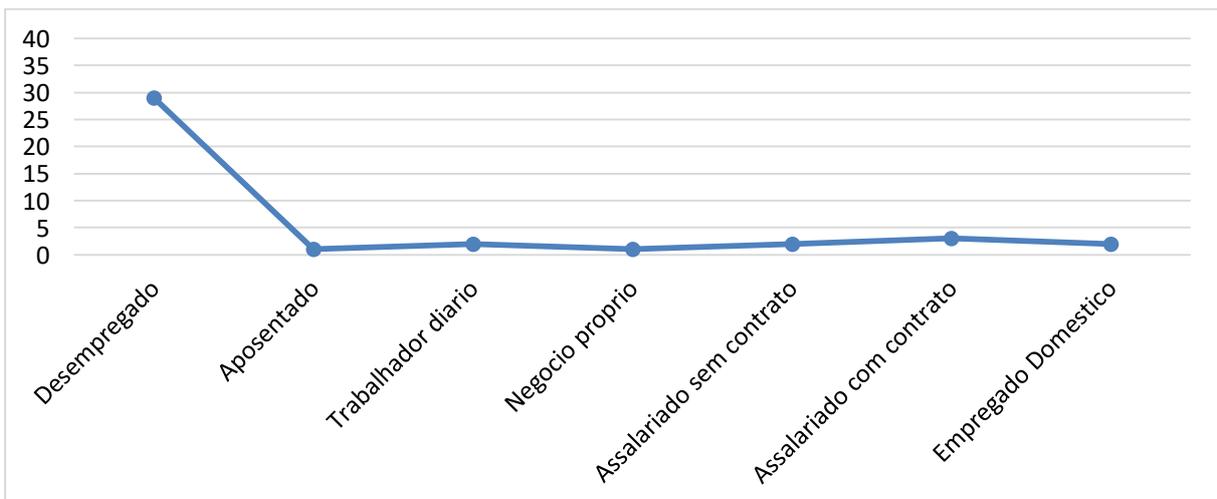


Gráfico nº3: Rendimento médio mensal do agregado (MZN)

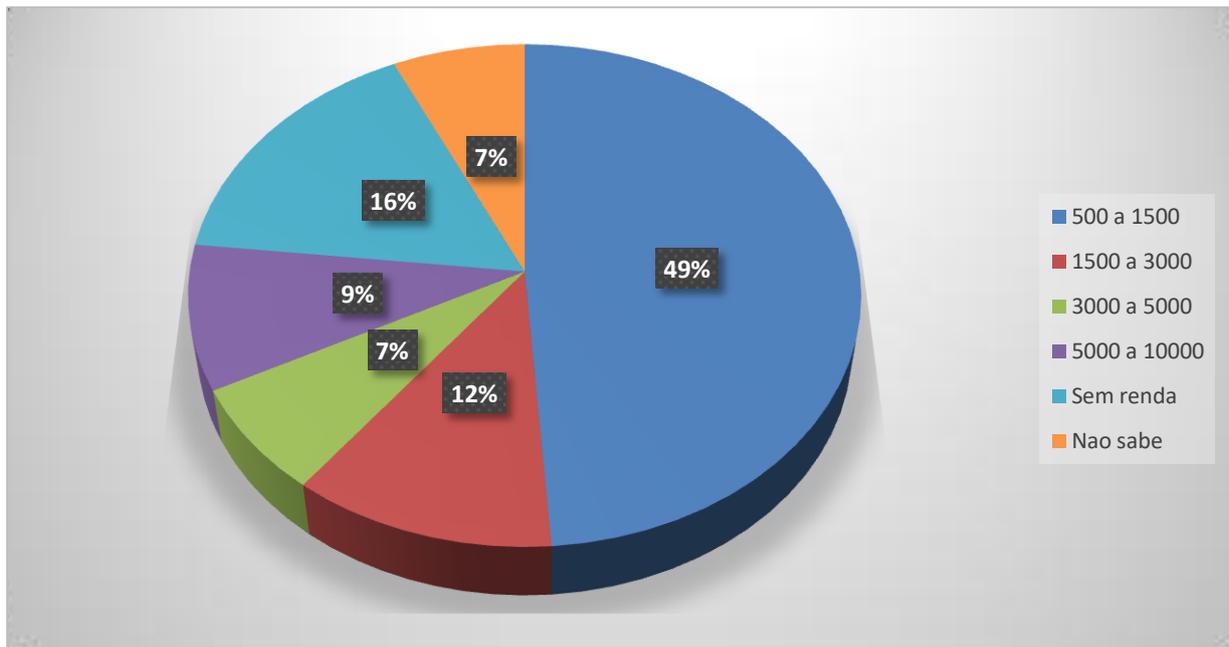
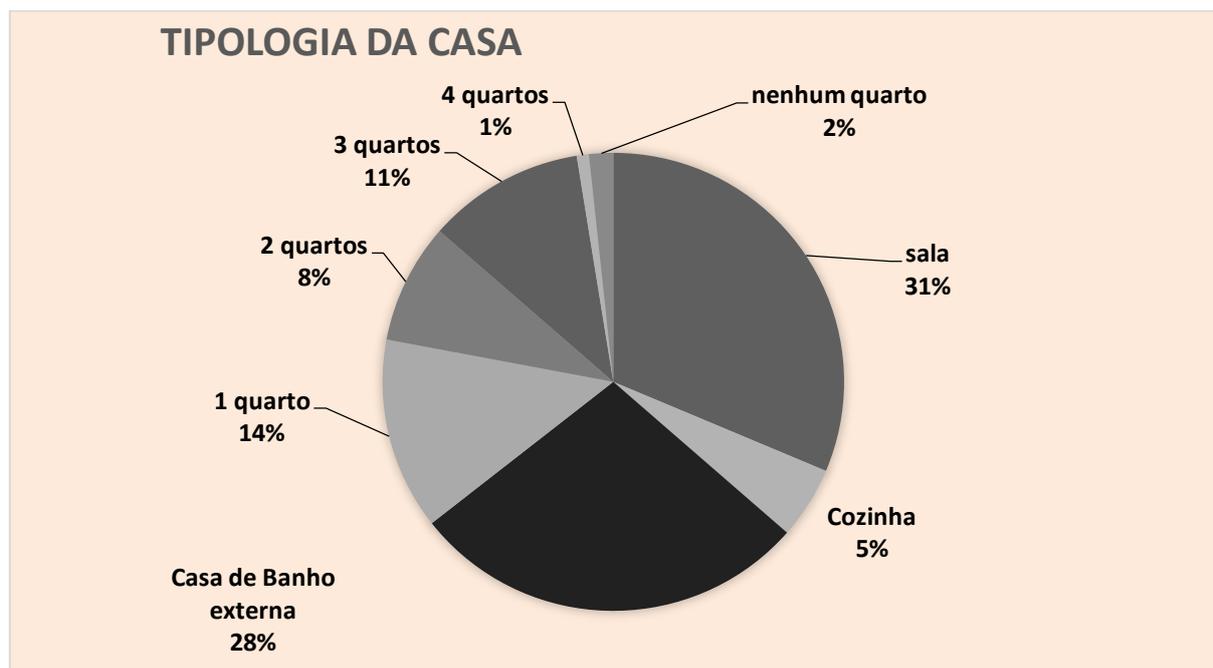
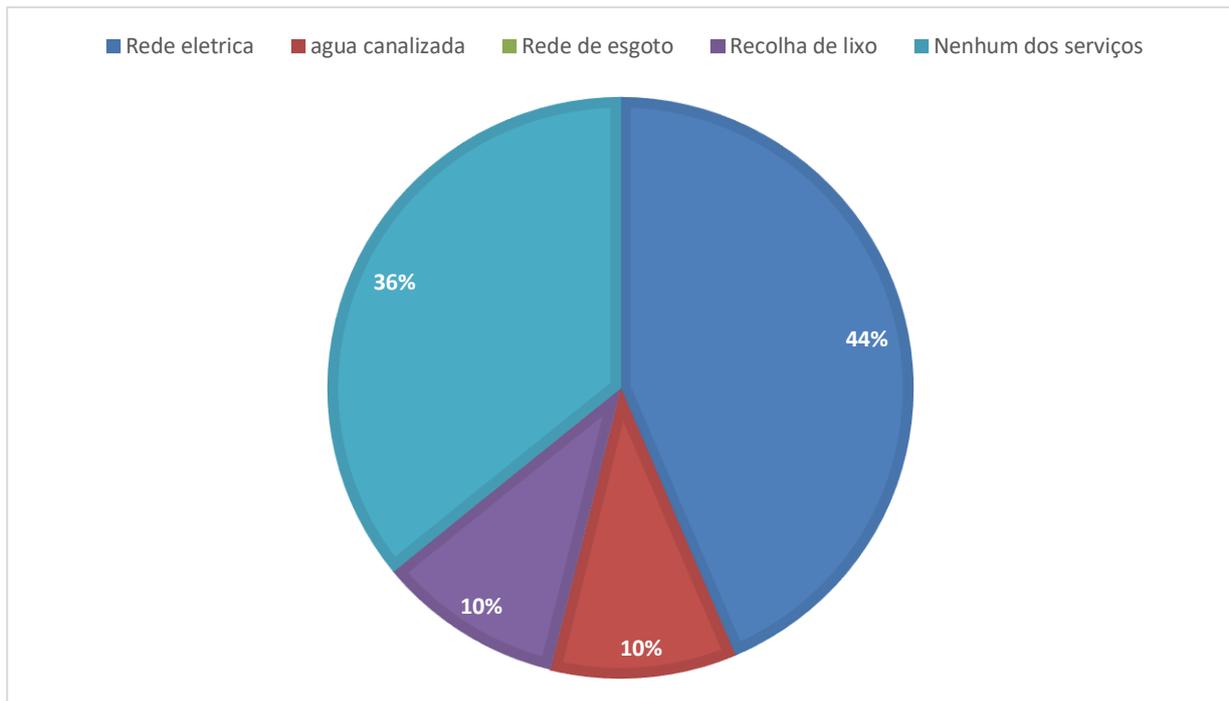


Gráfico nº4: Tipologia da casa



**Gráfico nº5: Provisão dos serviços básicos**



**Gráfico nº 6: Custo da casa (MZN)**

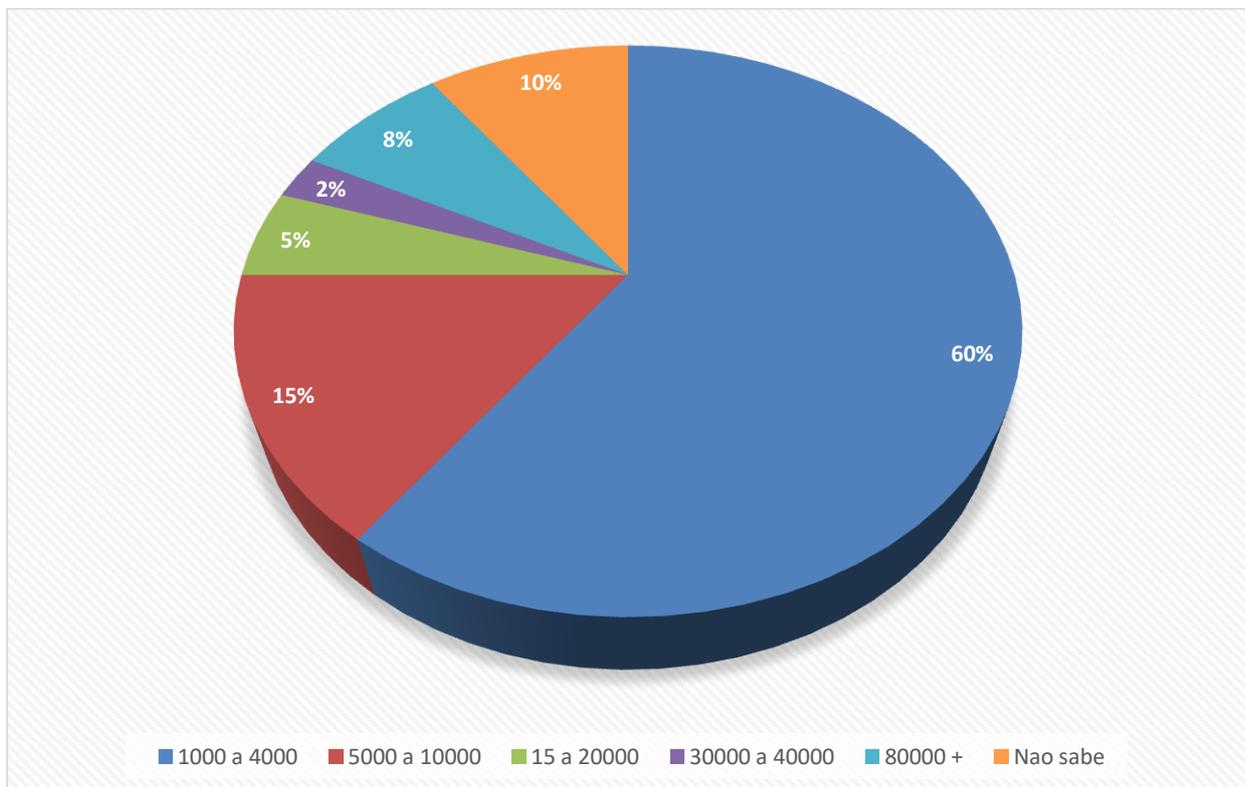


Gráfico nº 7: Tempo de construção

